

ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Une table des matières est jointe à chacun des volumes du Compte Rendu des travaux de l'Association Française en 1888; une table analytique *générale* par ordre alphabétique termine la 2me partie.

Dans cette table les nombres qui sont placés après l'astérisque se rapportent aux pages de la 2me partie.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20. — 27980-10-8.

ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

Reconnues d'utilité publique

COMPTE RENDU DE LA 17ME SESSION

ORAN
-1888-

SECONDE PARTIE
NOTES ET MÉMOIRES



PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

A l'Hôtel des Sociétés savantes, rue Serpente, 28

ET CHEZ M. G. MASSON, LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, boulevard Saint-Germain.

1888



ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

M. C.-A. LAISANT

Docteur ès sciences, à Paris.

PROPRIÉTÉ DES ÉQUATIONS. — CONSÉQUENCES GÉOMÉTRIQUES

— *Séance du 30 mars 1888.* —

1. — M. Catalan a énoncé la proposition suivante :

« Si $a_1, a_2, \dots a_n$ sont les racines d'une équation entière, et $b_2, b_3, \dots b_n$ les racines de sa dérivée, on a l'identité :

$$(1)\qquad \frac{1}{a_1-a_2}+\frac{1}{a_1-a_3}+\dots+\frac{1}{a_1-a_n}$$
$$=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{a_1-b_2}+\frac{1}{a_1-b_3}+\dots+\frac{1}{a_1-b_n}\right),$$

a_1 étant une racine quelconque. »

La démonstration de ce théorème est facile. Posons :

$$(2)\qquad f(x)=(x-a_1)(x-a_2)\dots(x-a_n)=(x-a_1)F(x).$$

Nous aurons :

$$\frac{F'(x)}{F(x)}=\frac{1}{x-a_2}+\frac{1}{x-a_3}+\ldots+\frac{1}{x-a_n}, \tag{3}$$

et

$$\frac{f''(x)}{f'(x)}=\frac{1}{x-b_2}+\frac{1}{x-b_3}+\ldots+\frac{1}{x-b_n}. \tag{4}$$

Or, de $f(x)=(x-a_1)F(x)$

on tire :

$$f'(x)=F(x)+(x-a_1)F'(x), \tag{5}$$
$$f''(x)=2F'(x)+(x-a_1)F''(x). \tag{6}$$

et, par suite, en faisant $x=a_1$

$$\frac{f''(a_1)}{f'(a_1)}=2\frac{F'(a_1)}{F(a_1)}, \tag{7}$$

c'est-à-dire l'identité de M. Catalan.

2. — Il est possible de généraliser ce résultat de la manière suivante. Soit $f(x)=0$ une équation de degré $n+p$, ayant pour racines $a_1, a_2, \ldots a_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p$. Posons :

$$F(x)=(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n),$$
$$\Phi(x)=(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\ldots(x-\alpha_p).$$

Puis appelons :

$b_2, b_3 \ldots b_{n+p}$ les racines de l'équation dérivée $f'(x)=0$;
$a'_2, a'_3, \ldots a'_n$ celles de l'équation $F'(x)=0$;
$\alpha'_2, \alpha'_3, \ldots \alpha'_p$ celles de l'équation $\Phi'(x)=0$.

Enfin, x étant une quantité arbitraire, posons :

$$\sum\left(\frac{1}{x-b_k}\right)=S_b,\ \sum\left(\frac{1}{x-a_k}\right)=S_a,\ \sum\left(\frac{1}{x-\alpha_k}\right)=S_\alpha,$$
$$\sum\left(\frac{1}{x-a'_k}\right)=S_{a'},\ \sum\left(\frac{1}{x-\alpha'_k}\right)=S_{\alpha'}.$$

Nous aurons identiquement :

$$S_b=\frac{S_aS_{a'}+2S_aS_\alpha+S_\alpha S_{\alpha'}}{S_a+S_\alpha}. \tag{8}$$

En effet $S_b=\frac{f''(x)}{f'(x)}$, $S_a=\frac{F'(x)}{F(x)}$, $S_\alpha=\frac{\Phi'(x)}{\Phi(x)}$, $S_{a'}=\frac{F''(x)}{F'(x)}$, $S_{\alpha'}=\frac{\Phi''(x)}{\Phi'(x)}$.

Or, de $f(x)=F(x)\Phi(x)$,

on tire :

$$f'(x) = F'(x)\,\Phi(x) + F(x)\,\Phi'(x),$$
$$f''(x) = F''(x)\,\Phi(x) + 2F'(x)\,\Phi'(x) + F(x)\,\Phi''(x),$$

d'où, par division, l'identité (8) demandée.

On reconnaît que cette identité se réduit à celle de M. Catalan quand on fait $x = \alpha_1$ et qu'on remplace $\Phi(x)$ par $x - \alpha_1$, ce qui donne $S_\alpha = \infty$, $S_{\alpha'} = 0$.

Si l'on fait $x = \alpha_1$ sans particulariser la fonction $\Phi(x)$, on a encore $S_\alpha = \infty$, et l'identité (8) se réduit à :

$$(9) \qquad S_b = 2S_a + S_{\alpha'}.$$

3. — Pour l'intelligence des interprétations géométriques qu'on peut donner de certaines des relations précédentes, je rappellerai simplement quelques résultats, extraits d'une communication précédente faite à *l'Association française pour l'Avancement des Sciences* (Congrès de Toulouse, 1887).

Si l'on suppose un système de points donnés sur un plan, et qu'on les transforme tous par inversion par rapport à un point quelconque du plan pris comme pôle, on peut se proposer de déterminer ce pôle de telle sorte qu'il soit le centre de gravité des points transformés. On démontre qu'il y a, pour n points $A_1, A_2 \ldots A_n$, $n-1$ solutions $B_2, B_3, \ldots B_n$ et que ces points B, qu'on peut appeler *points dérivés* du système $A_1, \ldots A_n$ sont justement obtenus en résolvant l'équation dérivée de

$$(X - A_1)(X - A_2)\ldots(X - A_n) = 0.$$

Ceci étant, l'identité (1) de M. Catalan nous conduit directement à l'énoncé que voici :

L'un des n points $A_1, A_2, \ldots A_n$ étant pris comme pôle, si O_a est le centre harmonique des $n-1$ autres points, et O_b le centre harmonique des $n-1$ points dérivés $B_2, B_3, \ldots B_n$, les trois points A_1, O_a, O_b sont en ligne droite, et O_b est le milieu de $A_1 O_a$.

La relation générale (8) nous donne cet énoncé :

« Soient deux groupes de points $a_1, \ldots a_n$, et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p$; $a'_2 \ldots a'_n$ les points dérivés du premier groupe, et $\alpha'_2 \ldots \alpha'_p$ les points dérivés du second ; $b_2 \ldots b_{n+p}$ les points dérivés de l'ensemble des deux groupes ; X un pôle quelconque ; O_a, O_α, $O_{a'}$, $O_{\alpha'}$, O_b les centres harmoniques des points a_k, α_k, a'_k, α'_k, b_k, respectivement, par rapport à ce pôle ; O_h le centre harmonique, toujours par rapport à X, de l'ensemble des points a_k et α_k. »

On aura l'identité géométrique :

$$\frac{n+p}{XO_h}\cdot\frac{n+p-1}{XO_b} = \frac{n}{XO_a}\cdot\frac{n-1}{XO_{a'}} + 2\frac{n}{XO_a}\cdot\frac{p}{XO_\alpha} + \frac{p}{XO_\alpha}\cdot\frac{p-1}{XO_{\alpha'}}.$$

Si l'on choisit pour X l'un des points du groupe α, on obtient alors l'identité :

$$\frac{n+p-1}{XO_b} = \frac{2n}{XO_a} + \frac{p-1}{XO_{\alpha'}}$$

qui correspond à la relation (9).

Si l'on prend le milieu M de XO_a, on voit, en vertu de l'identité précédente, que les quatre points X, O_b, M et O_α, sont sur une même circonférence.

M. Ed. COLLIGNON

Inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, à Paris.

EXAMEN DE CERTAINES SÉRIES NUMÉRIQUES ET APPLICATION A LA GÉOMÉTRIE

— Séance du 30 mars 1888 —

Commençons par rappeler la théorie que nous aurons à appliquer tout à l'heure.

Trois nombres a, b, c sont donnés ou pris au hasard. On les écrit l'un après l'autre sur une ligne horizontale. De ces trois nombres on déduit une triple suite indéfinie, en écrivant au-dessous de chacun la somme des deux autres et en répétant sur chaque ligne la même opération. Il vient le tableau suivant :

a	b	c
$b+c$	$a+c$	$a+b$
$2a+b+c$	$a+2b+c$	$a+b+2c$
$2a+3b+3c$	$3a+2b+3c$	$3a+3b+2c$
. . . .	. . . .	. . . .
. . . .	. . . .	. . . .

où chaque colonne peut être indéfiniment prolongée.

Nous chercherons d'abord la loi de formation d'une ligne de rang $n^{\text{ième}}$, en comptant la ligne a, b, c comme la première.

Soit S la somme $a+b+c$. On pourra substituer à la seconde ligne les trois nombres

$$S-a, \quad S-b, \quad S-c,$$

la 3me deviendra

$$2S-b-c=S+a, \quad S+b, \quad S+c;$$

la 4me

$$2S+b+c=3S-a, \quad 3S-b, \quad 3S-c;$$

la 5me

$$6S-b-c=5S+a, \quad 5S+b, \quad 5S+c,$$

et ainsi de suite. Appelons, d'une manière générale,

$$K_nS\pm a \quad K_nS\pm b \quad K_nS\pm c$$

la $n^{ième}$ ligne, les signes se correspondant, la suivante sera

$$2K_nS\pm(b+c)=(2K_n\pm 1)S\mp a, \quad (2K_n\pm 1)S\mp b, \quad (2K_nS\pm 1)\mp c,$$

et le coefficient K_n satisfait par conséquent à la loi de récurrence

$$2K_n\pm 1=K_{n+1},$$

en ayant soin de prendre le signe — si n est pair, le signe + si n est impair, ce qui revient à écrire $2K_n-(-1)^n=K_{n+1}$.

Sans intégrer directement cette équation aux indices, nous pouvons observer que la somme des trois nombres d'une même ligne est connue. Elle est égale à S pour la première, à 2S pour la seconde, 4S pour la troisième, et généralement pour la $n^{ième}$ elle sera égale à $2^{n-1}S$. Elle est égale d'un autre côté à

$$3K_nS\pm(a+b+c)=(3K_n\pm 1)S.$$

D'où
$$3K_n\pm 1=2^{n-1}$$

et
$$K_n=\frac{2^{n-1}\mp 1}{3}.$$

On supprimera l'ambiguïté apparente du double signe en écrivant

$$K_n=\frac{2^{n-1}-(-1)^{n-1}}{3}.$$

Le nombre K_n sera toujours entier et il est aisé de vérifier qu'il satisfait à l'équation posée plus haut.

La $n^{ième}$ ligne est donc formée des trois nombres :

$$\frac{2^{n-1}-(-1)^{n-1}}{3}S+(-1)^{n-1}a, \quad \frac{2^{n-1}-(-1)^{n-1}}{3}S+(-1)^{n-1}b,$$

$$\frac{2^{n-1}-(-1)^{n-1}}{3}S+(-1)^{n-1}c.$$

Il est à remarquer que, si l'on remplace S par sa valeur en fonction de $a. b. c.$ les coefficients numériques de a, b, c. dans les trois termes de chaque

ligne, sont les sommes des coefficients du binôme de Newton pris de trois en trois; deux de ces sommes sont égales entre elles et la troisième est égale à l'une des deux autres, augmentée ou diminuée d'une unité. On a, par exemple, en élevant à la cinquième puissance le binôme $x+y$,

$$(x+y)^5 = x^5 + 5x^4y + 10x^3y^2 + 10x^2y^3 + 5xy^4 + y^5,$$

polynôme où les sommes des coefficients pris de 3 en 3 sont

$$1+10=11,$$
$$5+\ 5=10,$$
$$10+\ 1=11;$$

la 6ᵐᵉ ligne est, par conséquent,

$$10a+11b+11c,\quad 11a+10b+11c,\quad 11a+11b+10c.$$

Les coefficients de a, b, c dans la $(n+1)^{\text{ième}}$ ligne seront respectivement :

$$1+\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)}{1.2.3.4.5.6}+\ldots\ldots\ldots,$$

$$n+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}$$
$$+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)(n-6)}{1.2.3.4.5.6.7}+\ldots\ldots\ldots,$$

$$\frac{n(n-1)}{2}+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)}{1.2.3.4.5}$$
$$+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)(n-6)(n-7)}{1.2.3.4.5.6.7.8}+\ldots\ldots\ldots$$

Celui des trois coefficients qui n'est pas égal aux deux autres, affecte la lettre qui donne son nom à la colonne dans laquelle le nombre doit être inscrit.

Si l'on prend, dans un ordre déterminé, les différences entre les trois nombres a, b, c d'une ligne, c'est-à-dire les différences

$$a-b,\quad b-c,\quad c-a,$$

on trouvera les mêmes différences changées de signe dans la ligne suivante. Il suffit en effet de le vérifier pour la seconde comparée à la première. Or, les trois nombres de la seconde ligne,

$$S-a,\quad S-b,\quad S-c,$$

donnent, pour les différences prises dans le même ordre,

$$b-a,\quad c-b,\quad a-c,$$

qui sont égales, au signe près, aux différences de la première ligne.

SÉRIE ASCENDANTE

On peut imaginer la triple série prolongée en sens inverse, ce qui revient à chercher trois nombres

$$\alpha, \quad \beta, \quad \gamma,$$

tels, qu'en opérant sur eux comme on le fait sur a, b, c pour passer à la seconde ligne, on obtienne les nombres a, b, c eux-mêmes. Il faudra pour cela résoudre les équations

$$a = \beta + \gamma, \quad b = \alpha + \gamma, \quad c = \alpha + \beta,$$

qui donnent

$$\alpha = \frac{b + c - a}{2}, \quad \beta = \frac{a + c - b}{2}, \quad \gamma = \frac{a + b - c}{2}.$$

En opérant de même sur α, β, γ, c'est-à-dire en formant les nombres :

$$\alpha' = \frac{\beta + \gamma - \alpha}{2}, \quad \beta' = \frac{\alpha + \gamma - \beta}{2}, \quad \gamma' = \frac{\alpha + \beta - \gamma}{2},$$

et, en répétant l'opération sur eux et sur ceux qui s'en déduisent, on pourra prolonger indéfiniment au rebours la triple série, dont les trois nombres a, b, c forment le terme central.

Cherchons la loi des termes de cette série ascendante en fonction du rang de la ligne qui les contient.

La 2me ligne au-dessus de a, b, c sera

$$\frac{b + c - a}{2} = \frac{S}{2} - a, \quad \frac{S}{2} - b, \quad \frac{S}{2} - c;$$

la 3me devient

$$\frac{\frac{S}{2} - b + \frac{S}{2} - c - \left(\frac{S}{2} - a\right)}{2} = a - \frac{1}{4}S, \quad b - \frac{1}{4}S, \quad c - \frac{1}{4}S;$$

la 4me $$\frac{3}{8}S - a, \quad \frac{3}{8}S - b, \quad \frac{3}{8}S - c;$$

la 5me $$a - \frac{5}{16}S, \quad b - \frac{5}{16}S, \quad c - \frac{5}{16}S,$$

et ainsi de suite.

La somme des termes d'une même ligne est S pour la première, $\frac{S}{2}$ pour la seconde, $\frac{S}{4}$ pour la troisième, ... $\frac{S}{2^{n-1}}$ pour la $n^{ième}$; et l'on parviendra sans difficulté à l'expression générale de la $n^{ième}$ ligne de la série ascen-

dante, en suivant la marche qui nous a conduit au terme général de la série descendante. Ces trois termes sont

$$(-1)^{n-1}\left(a-\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{3}\left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right)S\right),\ (-1)^{n-1}\left(b-\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{3}\left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right)S\right)$$

$$(-1)^{n-1}\left(c-\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{3}\left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right)S\right),$$

ou bien

$$\frac{\frac{1}{2^{n-1}}-(-1)^{n-1}}{3}S+(-1)^{n-1}a,\quad \frac{\frac{1}{2^{n-1}}-(-1)^{n-1}}{3}S+(-1)^{n-1}b,$$

$$\frac{\frac{1}{2^{n-1}}-(-1)^{n-1}}{3}S+(-1)^{n-1}c.$$

Leur somme est égale à $\frac{S}{2^{n-1}}$; elle diminue indéfiniment à mesure que n augmente. On reconnaît aisément que la formule de la série ascendante ne diffère de la formule de la série descendante que par le signe des exposants. Si l'on fait $n-1=\mu$, le nombre μ désignera le rang d'une ligne comptée à partir du rang 0 attribué à la ligne donnée a, b, c ; et la série ascendante rentrera dans la série descendante en donnant à μ des valeurs négatives. Avec cette convention la $\mu^{\text{ième}}$ ligne peut être représentée, dans l'ensemble des deux séries, par les formules

$$\frac{2^{\mu}-(-1)^{\mu}}{3}S+(-1)^{\mu}a,\quad \frac{2^{\mu}-(-1)^{\mu}}{3}S+(-1)^{\mu}b,$$

$$\frac{2^{\mu}-(-1)^{\mu}}{3}S+(-1)^{\mu}c.$$

La somme des trois termes d'une ligne est égale à $2^{\mu}S$.

Les différences mutuelles des deux termes d'une même ligne sont égales à $a-b$, $b-c$, $c-a$, pris alternativement avec les signes $+$ et $-$ quand on passe d'une ligne à l'autre.

MODIFICATION DE LA SÉRIE PAR L'INTRODUCTION DU DIVISEUR 2^{μ}.

Puisque, dans la ligne de rang μ, la somme des trois termes est $2^{\mu}S$, on rendra constante la somme des termes en les divisant par 2^{μ}. Les différences des termes pris deux à deux seront aussi divisées par 2^{μ}, et les termes deviennent

$$a_{\mu}=\frac{S}{3}+(-1)^{\mu}\frac{a-\frac{S}{3}}{2^{\mu}},\quad b_{\mu}=\frac{S}{3}+(-1)^{\mu}\frac{b-\frac{S}{3}}{2^{\mu}},\quad c_{\mu}=\frac{S}{3}+(-1)^{\mu}\frac{c-\frac{S}{5}}{2^{\mu}}.$$

Lorsque μ est positif, la partie qui s'ajoute à $\frac{S}{3}$ devient de plus en plus petite et diminue indéfiniment à mesure que μ augmente, et les trois nombres a_μ, b_μ, c_μ convergent, pour μ infini, vers la limite commune $\frac{S}{3}$.

Lorsque μ est négatif, faisons $\mu = -\mu'$; il viendra :

$$a_{\mu'} = \frac{S}{3} + (-1)^{\mu'} 2^{\mu'} \left(a - \frac{S}{3}\right), \quad b_{\mu'} = \frac{S}{3} + (-1)^{\mu'} 2^{\mu'} \left(b - \frac{S}{3}\right),$$

$$c_{\mu'} = \frac{S}{3} + (-1)^{\mu'} 2^{\mu'} \left(c - \frac{S}{3}\right);$$

de sorte qu'en faisant croître μ' indéfiniment, le premier terme commun aux trois nombres disparaît devant le second, et les trois nombres grandissent au delà de toute limite, en conservant des rapports mutuels représentés par les trois différences

$$a - \frac{S}{3}, \quad b - \frac{S}{3}, \quad c - \frac{S}{3}.$$

La somme de ces trois différences est identiquement nulle. Il y en a donc toujours une qui est positive et une autre qui est négative. Si une des trois différences est nulle, les deux autres sont égales au signe près. Si, par exemple, on a $a = \frac{S}{3}$ ou, ce qui revient au même, $a = \frac{b+c}{2}$, le nombre a_μ est égal à a, quel que soit μ, et le nombre a se conserve dans toute la série.

Si l'on a à la fois $a = \frac{S}{3}$ et $b = \frac{S}{3}$, on a aussi $c = \frac{S}{3}$ et les trois nombres a, b, c, alors égaux entre eux, se conservent dans la série descendante comme dans la série ascendante.

Si a, b, c sont de même signe, et positifs tous trois, a_μ, b_μ, c_μ sont aussi positifs pour les valeurs positives de μ, c'est-à-dire dans la série descendante. Dans la série ascendante, au contraire, on rencontrera des termes négatifs dès que la plus grande en valeur absolue des différences $a - \frac{S}{3}$, $b - \frac{S}{3}$, $c - \frac{S}{3}$, affectée du coefficient $(-1)^{\mu'} 2^{\mu'}$, prend une valeur négative, supérieure en valeur absolue à la constante $\frac{S}{3}$.

DIVERSES GÉNÉRALISATIONS

Supposons qu'au lieu de trois nombres on en ait m, rangés sur une même ligne,

$$a, b, c, d \ldots\ldots\ldots\ldots f,$$

On pourra déduire de ces m nombres une autre ligne comprenant également m nombres, en écrivant au-dessous de chacun la somme des $m-1$ autres ou, ce qui revient au même, en écrivant au-dessous de chacun les différences

$$S-a, \quad S-b, \quad S-c, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (S-f),$$

S étant la somme des m nombres donnés. La somme des nombres de la seconde ligne sera égale à

$$mS-(a+b+c+\ldots\ldots+f)=(m-1)S.$$

La ligne suivante se formera en opérant sur la seconde ligne comme on l'a fait pour la première, ce qui conduit à une ligne dont le premier terme sera

$$(m-1)S-(1-a)=(m-2)S+a,$$

et qui comprendra les m nombres

$$(m-2)S+a, \quad (m-2)S+b, \ldots\ldots\ldots\ldots (m-2)S+f.$$

La somme de cette nouvelle ligne sera

$$m(m-2)S+(a+b+\ldots\ldots+f)=(m-1)^2S.$$

La ligne qui vient après serait

$$(m^2-3m+3)S-a, \quad (m^2-3m+3)S-b, \ldots\ldots (m^2-3m+3)S-f,$$

et la somme serait $(m-1)^3S$, et ainsi de suite. La ligne qui en a μ avant elle, c'est-à-dire la ligne de rang μ en comptant 0 pour la ligne donnée, a pour termes

$$\frac{(m-1)^\mu-(-1)^\mu}{m}S+(-1)^\mu a, \ldots\ldots\ldots \frac{(m-1)^\mu-(-1)^\mu}{m}S+(-1)^\mu f;$$

ces nombres grandissent indéfiniment avec μ, et leur somme est $(m-1)^\mu S$. Pour la rendre constante, il suffit de diviser la ligne de rang μ par le nombre $(m-1)^\mu$. On a alors une nouvelle série de lignes, dans lesquelles la somme des termes reste constante, et ces lignes comprennent les m nombres

$$\frac{1-\left(\frac{-1}{m-1}\right)^\mu}{m}S+\left(\frac{-1}{m-1}\right)^\mu a, \ldots\ldots\ldots \frac{1-\left(\frac{-1}{m-1}\right)^\mu}{m}S+\left(\frac{-1}{m-1}\right)^\mu f.$$

Cette forme contient aussi bien la série ascendante que la série descendante; il suffirait pour l'obtenir d'attribuer à μ des valeurs négatives. On reconnaît encore que les nombres de la série descendante convergent vers la valeur commune $\frac{S}{m}$, égale à la moyenne des nombres donnés, et que les nombres de la série ascendante croissent indéfiniment, tandis que leurs rapports tendent vers ceux des différences

$$\frac{S}{m}-a,\quad \frac{S}{m}-b,\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{S}{m}-f$$

de chaque nombre à la moyenne de tous.

On peut imaginer d'autres modes de généralisation, prendre, par exemple, pour passer d'une ligne à la suivante, les moyennes de k nombres consécutifs de la première, supposés écrits en cercle dans un ordre déterminé. On parviendra toujours à des résultats analogues. Supposons, par exemple que, de la première ligne

$$a,\ b,\ c,\ d,\ldots\ldots\ldots\ldots f,$$

on déduise la seconde par l'opération

$$\frac{a+b}{2},\quad \frac{b+c}{2},\quad \frac{c+d}{2},\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{f+a}{2};$$

cette dernière ligne servira à former la troisième,

$$\frac{a+2b+c}{4},\quad \frac{b+2c+d}{4},\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{f+2a+b}{4},$$

et celle-ci la quatrième,

$$\frac{a+3b+3c+d}{8},\quad \frac{b+3c+3d+e}{8},\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{f+3a+3b+c}{8},$$

et ainsi de suite. La loi est manifeste, les coefficients numériques des $a, b, c,\ldots\ldots$ sont ceux des puissances successives du binôme. Le premier terme de la ligne de rang μ sera

$$\frac{1}{2^\mu}\left(a+\frac{\mu}{1}b+\frac{\mu(\mu-1)}{1.2}c+\frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)}{1.2.3}d+\ldots\ldots\ldots\right)$$

en prenant circulairement tous les nombres donnés $a, b, c,\ldots f, a, b,\ldots$ pour les introduire dans les termes successifs de la formule.

Appliquons cette règle au cas où l'on donne seulement quatre nombres,

$$a,\ b,\ c,\ d.$$

Si l'on veut former la ligne de rang μ, on n'aura qu'à écrire:

$$\frac{S_1a+S_2b+S_3c+S_4d}{2^\mu},\quad \frac{S_1b+S_2c+S_3d+S_4a}{2^\mu},\quad \frac{S_1c+S_2d+S_3a+S_4b}{2^\mu},$$
$$\frac{S_1d+S_2a+S_3b+S_4c}{2^\mu},$$

en désignant par S_1, S_2, S_3, S_4 les sommes des coefficients de la $\mu^{\text{ième}}$ puissance du binôme $1+x$, pris de quatre en quatre à partir du premier, du second, du troisième et du quatrième. On obtient facilement ces sommes en substituant successivement à x les racines quatrièmes de l'unité, $+1, -1, +i, -i$; et si l'on observe que $1+i$ est la racine carrée de $2i$, on arrivera aux résultats compris dans le tableau suivant :

FORME DU NOMBRE μ		S_1	S_2	S_3	S_4
$4\mu'$	$8\mu''$. . . .	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}$
	$8\mu''+4$. .	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}$
$4\mu'+1$	$8\mu''+1$. .	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}$
	$8\mu''+5$. .	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}$
$4\mu'+2$	$8\mu''+2$. .	$2^{\mu-2}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'}$	$2^{\mu-1}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'}$
	$8\mu''+6$. .	$2^{\mu-2}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'}$
$4\mu+3$	$8\mu''+3$. .	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'}$
	$8\mu''+7$. .	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}-2^{2\mu'}$	$2^{\mu-2}+2^{2\mu'}$

Adoptons une forme quelconque de μ, par exemple la forme $\mu=8\mu''$; la ligne de rang μ aura pour premier terme

$$\frac{2^{\mu-2}+2^{2\mu'-1}}{2^\mu}a+\frac{2^{\mu-2}}{2^\mu}b+\frac{2^{\mu-2}-2^{2\mu'-1}}{2^\mu}c+\frac{2^{\mu-2}}{2^\mu}d$$
$$=\frac{a+b+c+d}{4}+\frac{1}{2^{2\mu'+1}}(a-c)$$

et les trois autres nombres s'obtiendront en remplaçant a, b, c, d par b, c, d, a, puis par c, d, a, b, et d, a, b, c. On voit que, μ' augmentant indéfiniment, chacun des nombres tend vers la moyenne $\frac{a+b+c+d}{4}$ des quatre nombres donnés; et cette conclusion s'étend à toutes les autres formes du nombre μ.

Plus généralement, si l'on prend dans un même ordre circulaire déterminé les moyennes de k nombres consécutifs de chaque ligne pour former la ligne suivante, ce qui revient à prendre les moyennes, puis les moyennes des moyennes, puis les moyennes des moyennes des moyennes, et ainsi de suite, il est certain qu'en poursuivant indéfiniment ces opérations, on obtiendra des lignes dont les nombres seront de plus en plus près d'être formés tous de la même manière au moyen des nombres donnés. Ils tendent donc tous à la fois vers une limite commune, qui est nécessairement une fonction linéaire symétrique de ces nombres donnés; et

comme la somme des m termes d'une ligne quelconque est égale à la somme de ces mêmes nombres, cette fonction symétrique ne peut être que la moyenne des nombres donnés.

Nous avons remarqué plus haut que le premier terme de la ligne de rang μ obtenue en prenant la moyenne de deux nombres donnés consécutifs, avait pour expression

$$a_\mu = \frac{S_1 a + S_2 b + S_3 c + \ldots\ldots + S_m f}{2^\mu},$$

S_1, S_2, ... S_m étant les sommes des coefficients de x dans le développement de $(1+x)^\mu$, pris de m en m à partir du premier terme, du second, du troisième,..... du $m^{\text{ième}}$; la somme $S_1 + S_2 + \ldots\ldots + S_m$ est égale à 2^μ, et comme chaque nombre a_μ tend, à mesure que μ augmente, vers la limite

$$\frac{a+b+c+\ldots\ldots+f}{m},$$

on peut affirmer que les sommes S_1, S_2..... S_m tendent dans les mêmes conditions vers l'égalité, et qu'on a, à la limite, pour μ infiniment grand,

$$\frac{S_1}{2^\mu} = \frac{S_2}{2^\mu} = \ldots\ldots = \frac{S_m}{2^\mu} = \frac{1}{m}.$$

APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES

Triangle. — Nous supposerons d'abord que les trois nombres donnés

$$a,\ b,\ c,$$

qui forment la ligne de rang $\mu = 0$, soient tous trois positifs et représentent les côtés d'un triangle.

La ligne suivante, $\mu = 1$, représentera un second triangle, dont les côtés seront

$$\frac{b+c}{2},\quad \frac{a+c}{2},\quad \frac{a+b}{2}.$$

Il est à remarquer que ce second triangle est toujours possible, même lorsque le premier n'existe pas, les nombres a, b, c étant pris au hasard. On a, en effet, quels que soient a, b, c, pourvu qu'ils soient positifs, les inégalités

$$\frac{b+c}{2} < \frac{a+c}{2} + \frac{a+b}{2},$$

$$\frac{a+c}{2} < \frac{a+b}{2} + \frac{b+c}{2},$$

$$\frac{a+b}{2} < \frac{b+c}{2} + \frac{a+c}{2}.$$

Supposons que le triangle a, b, c existe, et que ce soit le triangle ABC (fig. 1). Pour construire le second triangle, il suffira de partager les côtés en deux parties égales aux points A′, B′, C′, et de ramener à la ligne droite les contours angulaires A′CB′, B′AC′, C′BA′; les milieux A′, B′, C′ deviennent dans cette déformation les sommets du nouveau triangle. Imaginons qu'on forme le triangle ABC par un fil sans fin dessinant le périmètre de la figure. Si l'on saisit les milieux des côtés AB, BC, CA, et qu'on tende le fil entre ces points, on réalisera le second triangle $A_1'B_1'C_1'$ (fig. 2) au moyen du premier.

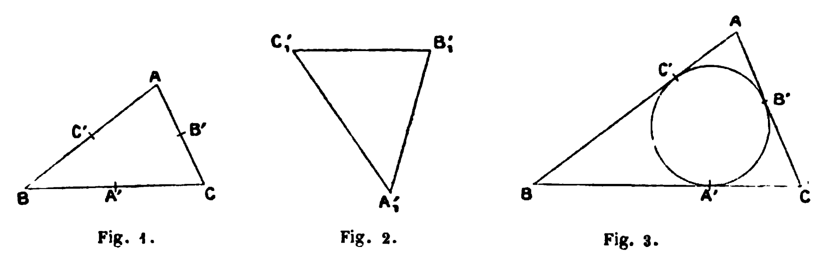


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

On pourra répéter sur le triangle $A_1'B_1'C_1'$ l'opération faite sur ABC, et cela fournira un troisième triangle, puis un quatrième, et la limite du triangle que l'on obtiendra en répétant indéfiniment l'opération sera le triangle équilatéral qui a pour côté $\frac{a+b+c}{3}$.

Pour obtenir la série ascendante, il faut d'abord construire le triangle qui a pour côtés

$$a+b-c, \quad b+c-a, \quad c+a-b.$$

Dans le triangle donné ABC (fig. 3), inscrivons une circonférence. Les trois points de contact A′, B′, C′ du cercle inscrit avec les côtés détermineront des segments égaux deux à deux, et l'on aura

$$AC' = AB' = \frac{b+c-a}{2},$$

$$CB' = CA' = \frac{b+a-c}{2},$$

$$BA' = BC' = \frac{a+c-b}{2}.$$

Il en résulte que le triangle qui aura pour côtés les sommes

$$AC' + AB', \quad CB' + CA', \quad BA' + BC',$$

sera le triangle cherché. Il faudrait donc prendre le fil sans fin aux points A′, B′, C′, et le tendre de manière à rectifier les contours angulaires, et à faire des points A′, B′ et C′ les sommets du nouveau triangle. Mais ce

triangle n'est pas toujours possible. Il faut, en effet, pour qu'on puisse le construire, qu'on ait les inégalités

$$b+a-c < b+c-a+a+c-b \text{ ou } \begin{aligned} a+b &< 3c, \\ b+c &< 3a, \\ c+a &< 3b; \end{aligned}$$

il faut, en d'autres termes, que chaque côté soit plus grand que le tiers de la somme des deux autres. On peut transformer ces inégalités, en introduisant la somme S des trois côtés a, b, c, ou le périmètre commun à tous les triangles. Il vient alors

$$\begin{aligned} S &< 4c, \\ S &< 4a, \\ S &< 4b. \end{aligned}$$

On a d'ailleurs $S > 2a$, $> 2b$ et $> 2c$, pour que le triangle donné soit possible. La condition nécessaire et suffisante pour que l'on puisse construire le premier triangle de la série ascendante, celui qui correspond à $\mu = -1$, est donc que chaque côté du triangle donné soit compris entre la moitié et le quart du périmètre total.

La série ascendante est nécessairement limitée par cette condition, si l'on admet seulement les triangles possibles. En effet, l'expression générale du côté du triangle de rang négatif $\mu = -\mu'$ est

$$a_{\mu'} = \frac{S}{3} + (-1)^{\mu'} 2^{\mu'} \left(a - \frac{S}{3}\right).$$

Or, si a est compris entre $\frac{S}{2}$ et $\frac{S}{4}$, mais qu'il soit différent de $\frac{S}{3}$, on pourra toujours prendre μ' assez grand, pour que le produit $2^{\mu'}\left(a - \frac{S}{3}\right)$ ajouté à $\frac{S}{3}$ ou retranché de $\frac{S}{3}$, suivant le signe de $(-1)^{\mu'}$, amène le côté $a_{\mu'}$ en dehors de ces limites. Alors, on est certain que le triangle voisin, $-(\mu'+1)$, ne sera plus réalisable.

Si, au contraire, on a $a = \frac{S}{3}$, tous les côtés $a_{\mu'}$ sont égaux à a, et l'impossibilité de continuer la série ascendante par des triangles réels ne résulte pas du côté $a_{\mu'}$, qui reste toujours compris entre les limites $\frac{S}{2}$ et $\frac{S}{4}$. On voit que le triangle équilatéral, celui pour lequel les trois côtés sont égaux à $\frac{S}{3}$, est le seul qui se prête à fournir une série indéfinie dans les deux sens, cette série ne renfermant, il est vrai, qu'un seul et même triangle, le triangle équilatéral donné.

Supposons que le triangle de rang $-\mu'$ soit le dernier triangle réel de la série ascendante, en sorte que le triangle $-(\mu'+1)$ soit imaginaire. Je dis que, parmi les côtés du triangle de rang $-(\mu'+2)$, il y en aura au moins un qui sera négatif. S'il en était autrement, c'est-à-dire si les côtés du triangle imaginaire $-(\mu'+2)$ étaient tous trois positifs, comme on passe de ce triangle au triangle $-(\mu'+1)$ par une *opération descendante*, le triangle $-(\mu'+1)$ serait possible, ce qui est contraire à l'hypothèse.

APPLICATION AUX ANGLES

Au lieu de regarder les nombres a, b, c comme des côtés, prenons-les pour les mesures des angles d'un triangle donné; pour rentrer dans la notation d'usage, désignons-les par les grandes lettres A, B, C. La somme des trois nombres $A+B+C$ sera constante et égale à π. Le triangle, étant donné par ses angles, n'a pas de dimensions linéaires définies. Pour achever de le déterminer, nous lui imposerons une nouvelle condition, celle d'être inscrit dans le cercle dont le rayon est égal à l'unité.

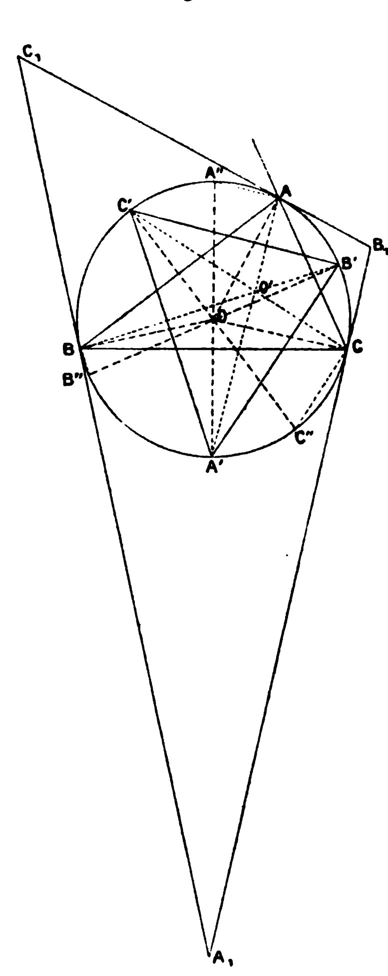


Fig. 4.

Soit ABC (fig. 4) le triangle donné, inscrit dans un cercle dont le centre est au point O.

Cherchons à inscrire dans le cercle un autre triangle A'B'C', tel que ses angles soient égaux aux demi-sommes des angles du triangle donné, ou qu'on ait

$$A' = \frac{B+C}{2},$$
$$B' = \frac{C+A}{2},$$
$$C' = \frac{A+B}{2}.$$

On y parvient aisément en menant les bissectrices AA', BB', CC' des angles du triangle donné, et en joignant les points A', B', C', où elles rencontrent la circonférence. La construction revient à prendre les mi-

lieux A', B' et C' des trois arcs sous-tendus par les côtés du triangle. L'angle A', inscrit dans le cercle, est la somme des deux angles C'A'A, B'A'A, qui sont respectivement égaux à C'CA, B'BA, c'est-à-dire à $\frac{C}{2}$, $\frac{B}{2}$.

Si l'on mène des diamètres par les sommets A', B', C' du nouveau triangle et le centre O du cercle circonscrit, on obtient trois nouveaux sommets A'', B'', C'', qui appartiennent au triangle symétrique et qu'on obtiendrait, soit en menant les bissectrices des angles extérieurs au triangle donné, soit en prenant les milieux des arcs CAB, ABC, BCA, des segments dans lesquels les angles A, B, C sont inscrits.

Les trois droites AA', BB', CC' se coupent en un même point O', centre du cercle inscrit au triangle ABC ; les trois droites AA'', BB'', CC'' prolongées forment un triangle dont les sommets sont les centres des cercles ex-inscrits.

Si sur le triangle A'B'C' on répète la construction qu'on a faite sur le triangle ABC, puis qu'on opère de même sur le triangle qu'on en déduit, et ainsi de suite indéfiniment, on aura pour le triangle auquel conduisent μ opérations consécutives, des angles égaux respectivement à

$$\frac{\pi}{3} + (-1)^{\mu} \frac{A - \frac{\pi}{3}}{2^{\mu}}, \qquad \frac{\pi}{3} + (-1)^{\mu} \frac{B - \frac{\pi}{3}}{2^{\mu}},$$

$$\frac{\pi}{3} + (-1)^{\mu} \frac{C - \frac{\pi}{3}}{2^{\mu}},$$

et ces angles tendront vers la limite commune $\frac{\pi}{3}$; de sorte que les triangles successifs obtenus en prenant les demi-sommes des angles deux à deux convergent vers le triangle équilatéral, aussi bien que les triangles obtenus en prenant les demi-sommes des côtés deux à deux.

Pour réaliser la série ascendante, on doit déduire du triangle donné ABC un triangle tel, que les points A, B, C soient les milieux respectifs des arcs sous-tendus par les côtés ; cela revient à inscrire dans le cercle un triangle dont les côtés soient perpendiculaires aux rayons OA, OB, OC, ou encore un triangle dont les côtés soient parallèles aux tangentes menées au cercle par les sommets A, B, C du triangle donné. On circonscrira à ce cercle un triangle $A_1B_1C_1$ en menant les tangentes en A, B et C ; menant ensuite une circonférence par les trois points A_1, B_1, C_1, on n'aura plus qu'à chercher le centre de similitude S de la circonférence $A_1B_1C_1$ et de la circonférence donnée ABC, et qu'à réduire proportionnellement la figure $A_1B_1C_1$, de manière à ramener le cercle $A_1B_1C_1$ à coïncider

avec le cercle ABC ; le triangle $A_1B_1C_1$ se transforme par cette réduction dans le triangle cherché (*).

L'ensemble d'opérations qui font passer du triangle donné ABC au triangle de rang — 1, paraît toujours possible, et il semble au premier abord que la série ascendante, au lieu d'être arrêtée plus ou moins loin, comme cela a lieu quand on opère sur les côtés, peut se prolonger indéfiniment quand on opère sur les angles. Le triangle équilatéral, qui se reproduit lui-même, est exclu ici de nos raisonnements. On s'explique facilement cette possibilité indéfinie de la série ascendante, en observant que les angles d'un triangle peuvent recevoir toutes les valeurs positives ou négatives, pourvu que la somme des trois angles soit toujours égale à π. Et cependant on peut être arrêté dans la construction des triangles de la série ascendante. Il en est ainsi dès que l'un des angles du dernier triangle obtenu est droit ou égal à $\frac{\pi}{2}$. Dans ce cas, le triangle correspondant ABC (fig. 5) est inscrit dans la demi-circonférence, et quand on mènera les tangentes aux sommets, deux de ces tangentes C_1A_1, B_1A_1 deviendront parallèles ; le triangle $A_1B_1C_1$ aura donc un sommet rejeté à l'infini ; le triangle inscrit dans le cercle semblable au triangle $A_1B_1C_1$ se réduit alors à la droite AA_2, perpendiculaire au diamètre BC ; ce triangle a un angle nul en A_2, et un côté opposé infiniment petit, dirigé suivant la tangente au point A.

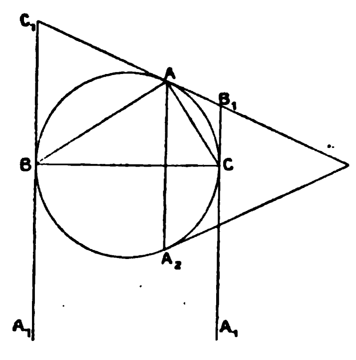


Fig. 5.

Le triangle donné ABC avait pour angles

$$\frac{\pi}{2}, \qquad B, \qquad C.$$

Le triangle AA_2A, qui s'en déduit, a pour angles

$$0, \qquad \pi - 2B, \qquad \pi - 2C,$$

et le triangle qui précéderait celui-ci dans la série ascendante aurait pour angles, d'après les formules,

$$\pi, \qquad 4B - \pi, \qquad 4C - \pi.$$

Mais la construction montre que ce triangle se réduit à un point ; le triangle semblable auquel elle conduit se transforme dans le point com-

(*) On remarquera l'identité de notre *série ascendante* avec la *série de triangles* considérée par M. H. Brocard, dans la *Nouvelle Correspondance mathématique* de M. Catalan, tome VI, page 145, ces triangles étant obtenus en joignant les *pieds des hauteurs*.

mun aux tangentes menées en A et A_2, et la construction du triangle semblable inscrit ne peut plus s'effectuer.

La série ascendante des triangles successifs inscrits s'arrête donc, dès que l'on arrive à un triangle d'angle nul, précédé d'un triangle rectangle. Dans toute la série, descendante et ascendante, chaque angle est exprimé en fonction de l'angle correspondant du triangle primitif. Cherchons quelles sont les formes de l'angle A qui entraînent un angle nul dans la série ascendante et l'arrêt de cette même série. On posera

$$A_{\mu'} = \frac{\pi}{3} + (-1)^{\mu'} 2^{\mu'} \left(A - \frac{\pi}{3}\right) = 0,$$

d'où l'on déduit

$$A = \frac{\pi}{3}\left(1 - \frac{(-1)^{\mu}}{2^{\mu'}}\right),$$

équation qui donne successivement :

Pour $\mu' = 1$ $A = \frac{\pi}{2}$

$\mu' = 2$ $A = \frac{\pi}{4}$

$\mu' = 3$ $A = \frac{3\pi}{8}$

$\mu' = 4$ $A = \frac{5\pi}{16}$

$\mu' = 5$ $A = \frac{11\pi}{32}$

$\mu = 6$ $A = \frac{21\pi}{64}$

$\mu' = 7$ $A = \frac{43\pi}{128}$

$\mu' = 8$ $A = \frac{85\pi}{256}$

$\mu' = 9$ $A = \frac{171\pi}{512}$

$\mu' = 10$ $A = \frac{341\pi}{1024}$, etc.

Ces angles A sont ceux qui diffèrent de l'angle du triangle équilatéral, en plus si μ' est impair, en moins si μ' est pair, de la fraction $\frac{1}{2^{\mu'}}$ de ce même angle. Tout angle A qui aura une de ces valeurs particulières assure la limitation de la série ascendante. Elle peut se prolonger autant

qu'on le voudra algébriquement, mais elle s'arrête comme construction géométrique.

La série descendante des triangles a pour limite le triangle équilatéral. Cherchons quelle est la situation de ce triangle limite par rapport au triangle donné. Observons qu'en réalité, il y a deux triangles limites, dont l'un est symétrique de l'autre par rapport au centre du cercle circonscrit.

Nous ne nous occuperons que de l'un d'eux, et de celui qui diffère le moins du triangle donné. Pour l'obtenir, considérons la série des triangles que l'on forme en prenant les milieux des arcs CAB, ABC, BCA, c'est-à-dire en menant les bissectrices des angles extérieurs au triangle (fig. 6). On passe ainsi du triangle ABC au triangle A'B'C'. Évaluons le déplacement circulaire AA' du sommet A pris en particulier.

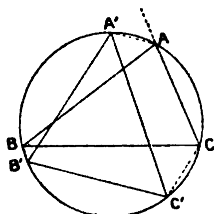


Fig. 6.

Nous pouvons appeler 2C l'arc AB, 2A l'arc BC et 2B l'arc CA, puisque A, B et C sont les arcs qui mesurent, dans le cercle de rayon 1, les angles du triangle. On aura donc

$$\text{arc BA}' = \text{arc CA}' = \frac{2C + 2B}{2} = B + C,$$

et

$$\text{arc BA} = 2C.$$

Donc $AA' = BA - BA' = 2C - (B + C) = C - B$.

De même on aura $BB' = A - C$, et $CC' = B - A$, ces différences portant leurs signes avec elles.

Les sommets du triangle dont les angles sont

$$A, B, C,$$

subissent donc des déplacements circulaires égaux à

$$C - B, A - C, B - A.$$

Le triangle suivant dans la série descendante a pour angles

$$A' = \frac{B + C}{2}, B' = \frac{A + C}{2}, C' = \frac{A + B}{2};$$

les sommets subiront donc des déplacements circulaires égaux à

$$C' - B' = \frac{B - C}{2}, \frac{C - A}{2}, \frac{A - B}{2},$$

qui sont égaux aux moitiés, changées de signe, des déplacements subis par le triangle précédent.

La loi est manifeste, et le déplacement total du point A, dans les opéra-

tions successives qui le feront aboutir au sommet du triangle équilatéral, est la somme de la progression géométrique décroissante

$$(C-B)-\frac{C-B}{2}+\frac{C-B}{4}-\frac{C-B}{8}+\ldots\ldots,$$

c'est-à-dire

$$(C-B)\frac{1}{1+\frac{1}{2}}=\frac{2}{3}(C-B).$$

De même, le sommet B subit un déplacement total égal à $\frac{2}{3}(A-C)$, et le point C, un déplacement total égal à $\frac{2}{3}(B-A)$.

On peut vérifier que ces trois déplacements circulaires, appliqués respectivement aux trois sommets A, B, C, transforment le triangle primitif en triangle équilatéral.

Le triangle qu'on vient d'obtenir est, de tous les triangles équilatéraux inscrits dans le cercle, celui qui diffère le moins du triangle donné.

Rapportons en effet les points successifs à une origine arbitraire, prise sur le cercle, que nous ferons coïncider, par exemple, avec le point A. Le point B aura pour *abscisse circulaire* l'arc $AB=2C$, et le point C, l'arc $ABC=2C+2A$. Appelons x, $x+\frac{2\pi}{3}$, $x+\frac{4\pi}{3}$ les abscisses circulaires des sommets du triangle équilatéral. Les différences des abscisses des sommets correspondants des deux triangles seront

$$x,\ x+\frac{2\pi}{3}-2C,\ x+\frac{4\pi}{3}-2C-2A;$$

elles représentent, au signe près, les distances circulaires des sommets du triangle équilatéral aux sommets correspondants du triangle donné. On obtiendra le meilleur triangle équilatéral, en exprimant que la somme des carrés de ces différences est la moindre possible. Posons

$$S=x^2+\left(x+\frac{2\pi}{3}-2C\right)^2+\left(x+\frac{4\pi}{3}-2C-2A\right)^2,$$

et égalons à zéro la dérivée $\frac{dS}{dx}$,

$$\frac{dS}{dx}=2\left(x+x+\frac{2\pi}{3}-2C+x+\frac{2\pi}{3}-2C-2A\right)=0,$$

équation qui donne $x=\frac{2}{3}(C-B)$ et qui définit le triangle limite que nous

avons obtenu tout à l'heure. La somme S prend alors la valeur particulière

$$S = \frac{4}{9}\Big((C-B)^2 + (A-C)^2 + (B-A)^2\Big).$$

APPLICATION AUX QUADRILATÈRES

Étant donné un quadrilatère inscrit dans un cercle, si l'on prend les milieux des arcs sous-tendus par les côtés, on aura les sommets d'un nouveau quadrilatère, sur lequel on peut répéter la même opération. Les quadrilatères, qui ont pour sommets successifs les milieux des arcs sous-tendus par le dernier quadrilatère obtenu, ont pour limite le quadrilatère équilatéral inscrit, c'est-à-dire le carré. Si l'on appelle a, b, c, d les arcs qui sont sous-tendus par les côtés du quadrilatère donné, les côtés du quadrilatère de rang μ sous-tendront des arcs représentés par les nombres

$$\frac{S_1 a + S_2 b + S_3 c + S_4 d}{2^\mu}, \quad \frac{S_1 b + S_2 c + S_3 d + S_4 a}{2^\mu}, \ldots\ldots\ldots,$$

qui approchent indéfiniment de la limite commune

$$\frac{a+b+c+d}{4}.$$

Les différences des arcs sous-tendus consécutifs sont exprimées par les fonctions de la forme

$$\frac{(S_1 - S_4)\,a + (S_2 - S_1)\,b + (S_3 - S_2)\,c + (S_4 - S_3)\,d}{2^\mu},$$

c'est-à-dire par

$$a - b \quad \text{pour } \mu = 0,$$

$$\frac{a-c}{2} \quad \text{pour } \mu = 1,$$

$$\frac{a+b-c-d}{4} \quad \text{pour } \mu = 2,$$

$$\frac{b-d}{4} \quad \text{pour } \mu = 3,$$

$$\frac{b+c-d-a}{8} \quad \text{pour } \mu = 4,$$

et ainsi de suite indéfiniment.

Les quadrilatères de rang pair, c'est-à-dire ceux pour lesquels on a $\mu = 2$, $\mu = 4$, $\mu = 6$, ..., convergent vers le carré qui se rapproche le plus du quadrilatère donné, $\mu = 0$; les quadrilatères de rang impair, $\mu = 1$, $\mu = 3$, $\mu = 5$, ..., convergent vers le carré qui a pour sommets les milieux des arcs sous-tendus par les côtés du carré précédent.

APPLICATION AUX POLYGONES D'UN NOMBRE QUELCONQUE DE CÔTÉS

Plus généralement, si l'on inscrit dans un cercle un polygone de m côtés et qu'on prenne les milieux des arcs sous-tendus, qu'on forme ainsi un second polygone inscrit, sur lequel on opère comme on l'a fait pour le premier, et ainsi de suite indéfiniment, les limites vers lesquelles tendent ces polygones successifs comprennent deux polygones réguliers de m côtés inscrits, dont chacun a pour sommets les milieux des arcs sous-tendus par les côtés de l'autre.

Cette remarque fournit une méthode d'approximations successives pour l'inscription dans le cercle, avec autant d'approximation qu'on le voudra, d'un polygone régulier de m côtés, quel que soit m. L'opération à faire est plus rapide qu'on ne le croirait au premier abord. Dès qu'on approche du polygone régulier, le déplacement des sommets, à chaque nouvelle bissection, devient de plus en plus petit et l'opération s'arrête par la difficulté même qu'on aurait à la poursuivre. La planche jointe à ce mémoire représente l'inscription dans le cercle d'un polygone régulier de 7 côtés : on n'a eu à faire que 7 bissections pour amener le polygone irrégulier 111... à la forme sensiblement régulière des deux polygones 77... et 88...

Au lieu de prendre les milieux des arcs sous-tendus pour les sommets du nouveau polygone qu'on déduit d'un polygone donné, on pourrait prendre les milieux de l'ensemble de deux arcs consécutifs. Cette nouvelle manière de former les polygones successifs revient, au point de vue algébrique, à *prendre dans chaque ligne les demi-sommes des nombres donnés de deux en deux*, c'est-à-dire à déduire de la ligne donnée

$$a \quad b \quad c \quad d \quad e \quad f \quad .....,$$

où les nombres sont supposés écrits en cercle, la ligne

$$\frac{a+c}{2}, \ \frac{b+d}{2}, \ \frac{c+e}{2}, \ \frac{d+f}{2}, \ \frac{e+f}{2} ......$$

Lorsque le nombre m des termes donnés est impair, on peut ranger ces termes de deux en deux, de manière à les comprendre tous dans une seule et même série; cela revient à substituer à la ligne donnée la ligne

$$a, \quad c, \quad e, \quad ..... \ b, \quad d, \quad f, \quad .....;$$

la nouvelle ligne à former s'en déduira en prenant la demi-somme de deux termes consécutifs de la ligne transformée. Dans ce cas, la répétition indéfinie de la même opération conduira, à la limite, à une ligne formée de m nombres égaux à $\dfrac{a+b+c+\ldots}{m}$.

Lorsque, au contraire, m est pair, les termes de rang impair se groupent ensemble, les termes de rang pair forment un second groupe, et la loi de

formation des lignes successives ne mélange pas ces groupes l'un avec l'autre. On a donc, en réalité, à opérer sur deux lignes distinctes de $\frac{m}{2}$ nombres chacune, savoir

$$a,\quad c,\quad e,\ \ldots\ldots,\ \text{et}\quad b,\quad d,\quad f.\ \ldots\ldots;$$

les secondes lignes qu'on en déduit,

$$\frac{a+c}{2},\quad \frac{c+e}{2},\ \ldots\ldots,\ \text{et}\ \frac{b+d}{2},\quad \frac{d+f}{2},\ \ldots\ldots,$$

sont également indépendantes et l'opération répétée conduit, par conséquent, à deux moyennes distinctes

$$\frac{a+c+e+\ldots}{\left(\frac{m}{2}\right)}\ \text{et}\ \frac{b+d+f+\ldots}{\left(\frac{m}{2}\right)}.$$

Il n'y a égalité entre les deux limites obtenues, qu'autant que les nombres donnés satisfont à la condition

$$a+c+e+\ldots=b+d+f+\ldots$$

S'il n'y a que quatre nombres,

$$a,\quad b,\quad c,\quad d,$$

on en déduit pour seconde ligne

$$\frac{a+c}{2},\ \frac{b+d}{2},\ \frac{c+a}{2},\ \frac{d+b}{2},$$

et pour troisième ligne

$$\frac{a+c}{2},\ \frac{b+d}{2},\ \frac{c+a}{2},\ \frac{d+b}{2}.$$

Les lignes successives sont toutes identiques et l'opération est tout de suite terminée. Interprétée géométriquement, cette remarque donne lieu au théorème suivant :

Si, dans un quadrilatère inscrit à une circonférence, on mène les bissectrices des angles, elles coupent la circonférence en quatre points, qui sont les sommets d'un rectangle; et si l'on opère sur ce rectangle comme sur le quadrilatère, les quatre points qu'on obtient sur le cercle sont les sommets d'un rectangle égal, dont les côtés sont perpendiculaires aux côtés du premier rectangle obtenu. Ces deux rectangles égaux s'échangent indéfiniment l'un dans l'autre. Les deux rectangles se confondent en un même carré inscrit lorsqu'on a

$$a+c=b+d,$$

c'est-à-dire lorsque, dans le quadrilatère donné, la somme des arcs sous-tendus par deux côtés opposés est égale à la demi-circonférence.

M. H. LE PONT

à Paris.

NOTE D'ANALYSE

— *Séance du 30 mars 1888* —

1. — Soient en coordonnées rectangulaires une surface S :

$$dz = pdx + qdy \qquad \text{(S)}$$

r, s, t les dérivées secondes de z au point (x, y, z), ρ_1 et ρ_2 les rayons de courbure principaux. Prenons une courbe C, tracée sur cette surface, appelons au point (x, y, z), $d\sigma$ l'élément de l'arc, (a, b, c), (a', b', c'), (a'', b'', c''), les cosinus directeurs de la tangente, de la normale principale et de la binormale, R et T les rayons de courbure et de torsion, i l'angle de la normale principale avec la normale à la surface, nous avons :

$$\left.\begin{aligned} c &= ap + bq \\ a'p + b'q - c' &= \sqrt{1+p^2+q^2}\cos i \\ a''p + b''q - c'' &= -\sqrt{1+p^2+q^2}\sin i \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

puis, en différentiant et tenant compte des formules de Frénet :

$$\left.\begin{aligned} &\sqrt{1+p^2+q^2}\,\frac{d\sigma}{R}\cos i + adp + bdq = 0. \\ &\sqrt{1+p^2+q^2}\left(\frac{d\sigma}{T} + di\right)\sin i + \left(a' - \frac{p\cos i}{\sqrt{1+p^2+q^2}}\right)dp \\ &\qquad\qquad + \left(b' - \frac{q\cos i}{\sqrt{1+p^2+q^2}}\right)dq = 0. \\ &\sqrt{1+p^2+q^2}\left(\frac{d\sigma}{T} + di\right)\cos i + \left(a'' + \frac{p\sin i}{\sqrt{1+p^2+q^2}}\right)dp \\ &\qquad\qquad + \left(b'' + \frac{q\sin i}{\sqrt{1+p^2+q^2}}\right)dq = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Prenant pour origine le point (x, y, z), pour axe des z la normale à la surface, pour plans des yz et des zx les plans des sections principales, en sorte que :

$$p = 0 \quad q = 0 \quad r = \frac{1}{\rho_1} \quad s = 0 \quad t = \frac{1}{\rho_2}$$

$$dp = \frac{a}{\rho_1}\,d\sigma \quad dq = \frac{b}{\rho_2}\,d\sigma,$$

il vient :

$$\frac{\cos i}{R} + \frac{a^2}{\rho_1} + \frac{b^2}{\rho_2} = 0. \qquad (2')$$

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right) \sin i + \frac{aa'}{\rho_1} + \frac{bb'}{\rho_2} = 0. \\ \left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right) \cos i + \frac{aa''}{\rho_1} + \frac{bb''}{\rho_2} = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (2'')$$

L'élimination de a' et b' ou de a'' et b'' entre les équations (2″) et les relations qui subsistent entre les cosinus directeurs de trois droites rectangulaires, nous donne :

$$\left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right)^2 \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}\right) = \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right), \qquad (3)$$

et avec (2′) :

$$a^2 = -\frac{\frac{\cos i}{R} + \frac{1}{\rho_2}}{\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}} \qquad b^2 = \frac{\frac{\cos i}{R} + \frac{1}{\rho_1}}{\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}} \qquad (4)$$

puis en portant dans (3) :

$$\left(\frac{\cos i}{R} + \frac{1}{\rho_1}\right) \left(\frac{\cos i}{R} + \frac{1}{\rho_2}\right) + \left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right) = 0. \qquad (A)$$

équation fondamentale qui lie les éléments d'une courbe et d'une surface passant par cette courbe.

Nous pouvons, en introduisant la courbure géodésique $\frac{1}{G}$, mettre cette relation sous la forme :

$$\left[\frac{1}{R}\sqrt{1 - \frac{R^2}{G^2}} + \frac{1}{\rho_1}\right] \left[\frac{1}{R}\sqrt{1 - \frac{R^2}{G^2}} + \frac{1}{\rho_2}\right] + \left[\frac{1}{T} - \frac{\frac{d}{d\sigma}\frac{R}{G}}{\sqrt{1 - \frac{R^2}{G^2}}}\right]^2 = 0. \qquad (B)$$

Ou encore, en appelant ρ le rayon de courbure de la section plane correspondante, ω l'angle qu'elle forme avec une des sections principales, nous avons :

$$\frac{\cos i}{R} = \frac{1}{\rho} = \frac{\cos^2 \omega}{\rho_1} + \frac{\sin^2 \omega}{\rho_2},$$

et :

$$\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_1}\right) \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_2}\right) + \left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right)^2 = 0. \qquad (C)$$

Dans le cas d'une ligne asymptotique ou d'une ligne géodésique, il vient :

$$\frac{1}{\rho_1 \rho_2} + \frac{1}{T^2} = 0, \tag{5}$$

ou :

$$\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\rho_1}\right)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\rho_2}\right) + \frac{1}{T^2} = 0, \tag{6}$$

pour une ligne de courbure :

$$\frac{di}{d\sigma} + \frac{1}{T} = 0. \tag{7}$$

$$T^2 \left[\frac{d}{d\sigma}\,\frac{R}{\mathfrak{R}}\right]^2 + \frac{R^2}{\mathfrak{R}^2} = 1, \tag{8}$$

en appelant $\mathfrak{R}$ le rayon de courbure de la section principale qui lui est tangente.

2. — Si nous considérons la courbe C comme l'intersection de deux surfaces S et S′, les formules précédentes donnent en désignant par des lettres accentuées les éléments de la seconde surface S′ :

$$\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_1}\right)\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_2}\right) + \left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right)^2 \quad \left(\frac{1}{\rho'} + \frac{1}{\rho'_1}\right)\left(\frac{1}{\rho'} + \frac{1}{\rho'_2}\right)$$
$$+ \left(\frac{1}{T} + \frac{di'}{d\sigma}\right)^2 = 0,$$

et en appelant τ et τ' les rayons de torsion des lignes géodésiques de ces surfaces tangentes à la courbe C :

$$\frac{1}{\tau^2} = \left(\frac{1}{T} + \frac{di}{d\sigma}\right)^2 \qquad \frac{1}{\tau'^2} = \left(\frac{1}{T} + \frac{di'}{d\sigma}\right)^2,$$

d'où :

$$d(i - i') = \left(\frac{1}{\tau} - \frac{1}{\tau'}\right) d\sigma; \tag{9}$$

par conséquent, la variation de l'angle sous lequel se coupent deux surfaces qui passent par une courbe C est égale, aux infiniment petits près. à la différence des torsions des lignes géodésiques de ces surfaces tangentes à la courbe C.

Si la courbe C est une ligne de courbure pour les deux surfaces, nous avons, en nous reportant à la formule (7) :

$$\frac{di}{d\sigma} = \frac{di'}{d\sigma} = -\frac{1}{T}, \tag{10}$$

et :

$$i - i' = \text{constante}; \tag{11}$$

les deux surfaces se coupent donc sous un angle constant. Réciproquement, si la relation (11) et l'une des relations (10) sont vérifiées, la seconde relation (10) l'est aussi, c'est-à-dire que deux surfaces se coupant sous un angle constant le long d'une courbe C, si cette courbe est une ligne de courbure dans l'une des surfaces, elle l'est aussi dans l'autre.

Nous retrouvons ainsi les théorèmes de Joachimstal.

D'ailleurs :

$$\frac{\cos i}{R} = \frac{1}{\mathfrak{R}} \qquad \frac{\cos i'}{R} = \frac{1}{\mathfrak{R}'},$$

donc :

$$\frac{1}{R^2}(\cos^2 i + \cos^2 i') = \frac{1}{\mathfrak{R}^2} + \frac{1}{\mathfrak{R}'^2}. \tag{12}$$

et si les surfaces sont orthogonales :

$$\frac{1}{R^2} = \frac{1}{\mathfrak{R}^2} + \frac{1}{\mathfrak{R}'^2}. \tag{13}$$

De cette formule résulte immédiatement le théorème de Dupin.

Prenons en effet une troisième surface S″ dont nous désignons les éléments par des lettres doublement accentuées, et supposons que les surfaces S, S′, S″ se coupent deux à deux suivant leurs lignes de courbure C, C′, C″, nous avons, le sens des notations étant évident :

$$\left.\begin{matrix} -\dfrac{R}{\rho'_1} = \cos i'_1 & -\dfrac{R'}{\rho''_1} = \cos i''_1 & -\dfrac{R''}{\rho_1} = \cos i_1 \\ -\dfrac{R}{\rho''_2} = \cos i''_2 & -\dfrac{R'}{\rho_2} = \cos i_2 & -\dfrac{R''}{\rho'_2} = \cos i'_2 \end{matrix}\right\} \tag{14}$$

et en appelant $\gamma, \gamma', \gamma''$, trois constantes :

$$i'_1 - i''_2 = \gamma \qquad i''_1 - i_2 = \gamma' \qquad i_1 - i'_2 = \gamma''. \tag{15}$$

Or :

$$\cos\gamma = \frac{R^2}{\rho'_1\,\rho''_2} \pm \sqrt{1 - \frac{R^2}{\rho'^2_1}}\sqrt{1 - \frac{R^2}{\rho''^2_2}},$$

relation qui pour $\gamma = \frac{\pi}{2}$ se réduit à :

$$\frac{1}{R^2} = \frac{1}{\rho'^2_1} + \frac{1}{\rho''^2_2};$$

les trois surfaces sont donc orthogonales, et réciproquement.

Terminons en donnant la démonstration du théorème de Hachette.

Soient r le rayon de courbure de la section faite dans la surface S,

par le plan tangent à la surface S', r' celui de la section faite dans la surface S' par le plan tangent à la surface S, il vient :

$$\frac{\cos i}{R} = \frac{\sin(i - i')}{r} \qquad \frac{\cos i'}{R} = -\frac{(\sin i - i')}{r'}, \tag{16}$$

et en multipliant la première équation par $-\sin i'$, la seconde par $-\sin i$, ce qui revient à projeter les courbures sur la normale principale, puis en faisant la somme :

$$\frac{1}{R} = \frac{\sin i'}{r} + \frac{\sin i}{r'}. \tag{17}$$

M. Ed. LUCAS

Professeur de Mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis, à Paris.

SUR UN THÉORÈME DE CAUCHY

— Séance du 30 mars 1888 —

Dans ses *Exercices de Mathématiques*, Cauchy a énoncé le théorème suivant :

« L'expression $(a+b)^n - a^n - b^n$ est divisible par $a^2 + ab + b^2$, lorsque n est un nombre impair non divisible par 3, et par $(a^2 + ab + b^2)^2$, lorsque n est un nombre de la forme $6m + 1$. »

I. — Nous donnerons d'abord une démonstration du théorème de Cauchy, indépendante de la théorie des équations ; nous généraliserons ensuite le théorème.

Posons :

$$S_n = (a+b)^n + (-a)^n + (-b)^n;$$

le calcul de la fonction symétrique S_n est donné par la relation de récurrence

$$S^n (S+a)(S+b)(S-a-b) = 0;$$

et, par suite, en posant :

$$a^2 + ab + b^2 = p,$$
$$ab(a+b) = q,$$

on a la formule symbolique récurrente

$$S^3 \equiv pS + q,$$

c'est-à-dire

$$S_{n+3} = pS_{n+1} + qS_n.$$

On a ainsi, pour les premières valeurs de n

$S_0 = 3,$	$S_7 = 7p^2q,$
$S_1 = 0,$	$S_8 = 2p^4 + 8pq^2,$
$S_2 = 2p,$	$S_9 = 9p^3q + 3q^3,$
$S_3 = 3q,$	$S_{10} = 2p^5 + 15p^2q^2,$
$S_4 = 2p^2$	$S_{11} = 11p^4q + 11pq^3,$
$S_5 = 5pq,$	$S_{12} = 2p^6 + 24p^3q^2 + 3q^4,$
$S_6 = 2p^3 + 3q^2,$	$S_{13} = 13p^5q + 26p^2q^3.$

Il résulte d'ailleurs de cette identité que pour

$n = 6m,$	la somme S_n n'est divisible ni par p ni par q;				
$n = 6m + 1,$	—	est divisible par qp^2;			
$n = 6m + 2,$	—	—	p	et non par	q;
$n = 6m + 3,$	—	—	q	—	p;
$n = 6m + 4,$	—	—	p^2	—	q;
$n = 6m + 5,$	—	—	pq.		

II. — On généralise encore le théorème de Cauchy comme il suit : « Si p désigne un nombre premier, l'expression

$$(1 + x + x^2 + \ldots + x^{p-2})^n - 1 - x^n - x^{2n} - \ldots - x^{(p-2)n},$$

est divisible par $\quad 1 + x + x^2 + \ldots + x^{p-1},$

pour n impair non divisible par p et par le carré de l'expression précédente, si $n = 2p + 1$. »

En effet, l'expression proposée s'annule pour $x = r$, en désignant par r une racine imaginaire quelconque de l'équation binôme de degré p, lorsque n est impair et non divisible par p, et sa dérivée s'annule pour $x = r$ lorsque $n = 2p + 1$. Pour $p = 3$, on retrouve le théorème de Cauchy.

En remplaçant x par $a : b$, et en posant

$$U_n = \frac{a^n - b^n}{a - b},$$

on en déduit que l'expression

$$U_{p-1}^n - \frac{U_{(p-1)n}}{U_n}$$

est divisible par U_p, pour p premier et n impair non divisible par p, et par U_p^2 pour $n = 2p + 1$.

III. — On peut encore étendre le théorème de Cauchy au cas où p désigne un nombre quelconque.

Soit $\varphi(x)$ le produit des facteurs binômes qui correspondent aux racines primitives de l'équation $x^p - 1 = 0$, l'expression

$$[\varphi(x) - x^\lambda]^n - \varphi(x^n)$$

est divisible par $\varphi(x)$ pour n impair et premier à p.

M. TARRY

Contrôleur des Contributions diverses, à Alger.

NOUVEL ESSAI SUR LA GÉOMÉTRIE IMAGINAIRE

— Séance du 31 mars 1888 —

Ce nouvel essai complète le mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter, l'an dernier, au Congrès de Toulouse.

Pour abréger, je ne rappellerai pas les propositions fondamentales énoncées et démontrées dans le mémoire précédent, auquel je renvoie le lecteur qui s'intéresse à l'étude de la géométrie imaginaire.

I. — POINTS IMAGINAIRES CONJUGUÉS

Nous appellerons points imaginaires conjugués deux points $A\underline{A'}$, $A\underline{A''}$ *qui ont le même point origine* A, *et dont les points termes* A', A'' *sont symétriques par rapport au point origine commun.*

Deux points imaginaires conjugués ont le même support, et leurs positions extérieures sont symétriques par rapport à leur support commun et à leur point origine commun.

Quand un point imaginaire devient réel, son conjugué devient aussi réel, et les deux points imaginaires conjugués se confondent alors en un même point réel.

Dans la méthode de M. Mouchot, les points imaginaires conjugués $A\underline{A'}$ et $A\underline{A''}$ sont représentés respectivement par (A', A'') et (A'', A').

II. — DROITES IMAGINAIRES CONJUGUÉES.

THÉORÈME. — *Le lieu géométrique de tous les points imaginaires conjugués des points d'une droite imaginaire donnée est une autre droite imaginaire.*

Par le point support S de la droite imaginaire donnée, menons deux droites réelles fixes, a, b (fig. 1).

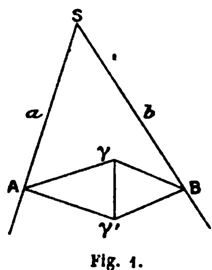


Fig. 1.

Une transversale réelle quelconque rencontre les deux droites réelles fixes et la droite imaginaire donnée en des points dont les positions extérieures A, B, γ, forment avec le point S un quadrangle de rapport anharmonique constant. Par conséquent :

$$(\gamma SAB) = \text{const.},$$

d'où :

$$\frac{\gamma A}{\gamma B} : \frac{SA}{SB} = \text{const. et} < B\gamma A - < BSA = \text{const.}$$

Le point imaginaire conjugué du point d'intersection de la transversale AB avec la droite imaginaire donnée a pour support la droite AB et pour position extérieure le point γ', symétrique de γ par rapport à AB. Or,

$$\frac{\gamma' A}{\gamma' B} : \frac{SA}{SB} = \frac{\gamma A}{\gamma B} : \frac{SA}{SB} = \text{const.},$$

$$< B\gamma' A - < BSA = - < B\gamma A + < ASB$$

$$= 2 < ASB - [< B\gamma A - < BSA] = \text{const.},$$

puisque le double de l'angle ASB a une valeur constante, à 2π près.

Donc, $$(\gamma' SAB) = \text{const.}$$

Ce qui démontre que le lieu géométrique est une ligne droite imaginaire, qui a le même support S que la droite imaginaire donnée.

Nous dirons que ces deux droites sont imaginaires conjuguées.

III. — RAPPORTS ANHARMONIQUES CONJUGUÉS.

Deux rapports anharmoniques sont dits conjugués quand leurs modules sont égaux et leurs arguments égaux en valeur absolue et de signe contraire.

Les rapports anharmoniques de deux quadrangles inversement semblables sont évidemment conjugués.

On démontre facilement que deux quadrangles, dont les sommets correspondants sont des couples de points réciproques de deux figures inverses, ont aussi leurs rapports anharmoniques conjugués.

Ce théorème permet de démontrer assez simplement, par la géométrie pure, le lemme fondamental de notre mémoire de Toulouse.

Remarque. — Trois points propres A, B, C et un point quelconque I, à

l'infini, forment un quadrangle AIBC dont le rapport anharmonique est déterminé. En effet :

$$\frac{AB}{AC} : \frac{IB}{IC} = \frac{AB}{AC} \text{ et } < CAB - < CIB = < CAB$$

quelle que soit la position du point I sur la droite à l'infini.

IV. — PROPRIÉTÉS DES POSITIONS EXTÉRIEURES DES COUPLES DE POINTS IMAGINAIRES CONJUGUÉS DE DEUX DROITES IMAGINAIRES CONJUGUÉES.

THÉORÈME. — *Le rapport anharmonique du faisceau formé par deux droites imaginaires conjuguées et par les deux droites isotropes passant par leur point d'intersection est toujours réel et positif.*

Soit S le point d'intersection réel des deux droites données.

Une transversale réelle quelconque coupe lé faisceau des quatre droites en quatre points dont les positions extérieures déterminent un quadrangle de rapport anharmonique constant, égal à celui du faisceau.

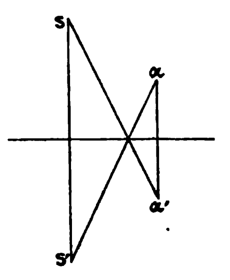


Fig. 2.

Les positions extérieures des points d'intersection de la transversale avec la droite isotrope positive, la droite isotrope négative et les deux droites imaginaires conjuguées données sont respectivement le point S, son symétrique S', par rapport à la transversale, et les points α, α', symétriques aussi par rapport à la transversale (fig. 2).

Le rapport anharmonique ($\alpha\alpha'$ SS') a pour argument

$$< S'\alpha S - < S'\alpha' S = 0.$$

Donc il est réel et positif.

La valeur de ce rapport anharmonique est égale à :

$$\frac{\alpha S}{\alpha S'} : \frac{\alpha' S}{\alpha' S'} \text{ ou } \left(\frac{\alpha S}{\alpha' S}\right)^2$$

Soient α, α' ; β, β'; γ, γ'; ..... les positions extérieures de couples de points imaginaires conjugués appartenant à deux droites imaginaires conjuguées dont le support commun est S.

Le théorème précédent donne les corollaires suivants :

COROLLAIRE I. — *Les rapports* $\frac{S\alpha}{S\alpha'}$, $\frac{S\beta}{S\beta'}$, $\frac{S\gamma}{S\gamma'}$, ... *sont égaux.*

En effet, les rapports $\left(\frac{S\alpha}{S\alpha'}\right)^2$, $\left(\frac{S\beta}{S\beta'}\right)^2$, $\left(\frac{S\gamma}{S\gamma'}\right)^2$, ... sont tous égaux au rapport anharmonique du faisceau formé par les deux droites imaginaires données et les deux droites isotropes qui passent par S.

Corollaire II. — *Les angles* $\alpha S\alpha'$, $\beta S\beta'$, $\gamma S\gamma'$, ... *ont mêmes bissectrices.*

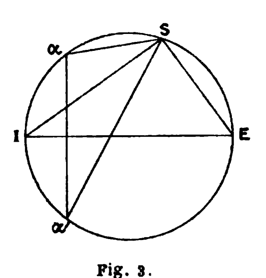


Fig. 3.

Soient I, E les points d'intersection des bissectrices intérieure et extérieure de l'angle $\alpha S\alpha'$ avec le cercle circonscrit au triangle $\alpha S\alpha'$ (fig. 3).

Les distances $I\alpha$, $I\alpha'$ sont égales, ainsi que les distances $E\alpha$, $E\alpha'$. Par conséquent,

$$\frac{S\alpha}{S\alpha'} : \frac{I\alpha}{I\alpha'} = \frac{S\alpha}{S\alpha'} : \frac{E\alpha}{E\alpha'} = \frac{S\alpha}{S\alpha'} = \text{const.}$$

En outre, $< \alpha' S\alpha - < \alpha' I\alpha = \pm \pi$, et $< \alpha' S\alpha - < \alpha' E\alpha = 0$.

Les valeurs des rapports anharmoniques $(SI\alpha\alpha')$ et $(SE\alpha\alpha')$ sont donc respectivement égales à $\left(\frac{S\alpha}{S\alpha'}\right)_{\pm\pi}$ et $\left(\frac{S\alpha}{S\alpha'}\right)_0$.

Il résulte de là que le faisceau, de centre S, formé par les deux droites données, la droite isotrope positive passant par S et la bissectrice intérieure ou extérieure de l'un quelconque des angles $\alpha S\alpha'$, $\beta S\beta'$, $\gamma S\gamma'$, ... a pour rapport anharmonique la valeur constante $-\frac{S\alpha}{S\alpha'}$ ou $+\frac{S\alpha}{S\alpha'}$.

Or, trois de ces droites sont fixes, donc la quatrième est fixe aussi :

Ce qui démontre le corollaire.

Corollaire III. — *Les figures* $\alpha\beta\gamma$.... et $\alpha'\beta'\gamma'$.... *sont inversement semblables.*

Cette propriété, découverte par Laguerre, est une conséquence immédiate des corollaires précédents.

Ce dernier corollaire fournit une solution simple pour les problèmes suivants, que nous nous contenterons d'énoncer :

Construire la représentation géométrique $A\underline{A}'$ du point imaginaire appartenant à une droite imaginaire donnée par deux de ses points, connaissant l'une des données suivantes :

1° Sa droite support AA'; 2° sa position extérieure α; 3° son point origine A; 4° son point terme A'.

V. — REPRÉSENTATION GÉOMÉTRIQUE DE LA DROITE IMAGINAIRE

Nous avons représenté géométriquement un point imaginaire par un couple de points réels.

L'idée vient naturellement de songer à représenter corrélativement une droite imaginaire par un couple de droites réelles.

C'est ce que nous allons faire.

Toute droite imaginaire sera représentée par deux droites, une droite origine a et une droite terme a', que nous distinguerons de la droite ori-

gine, sur la figure, en la traçant en pointillé et, dans l'écriture, en plaçant un trait au-dessous de sa lettre indicatrice.

Ainsi, par convention, $a\underline{a}'$ représentera une droite imaginaire figurée par une droite pleine a et une droite pointillée a'.

Toute droite réelle, perpendiculaire à la droite origine a, coupe les droites a, a' en des points A, A'.

Le lieu géométrique des points $A\underline{A}'$ appartient évidemment à une même ligne droite imaginaire.

C'est cette droite imaginaire, dont le lieu géométrique de $A\underline{A}'$ ne forme qu'une partie, que nous conviendrons de représenter par $a\underline{a}'$.

$a\underline{a}'$ représente donc une droite imaginaire isolée, parfaitement déterminée, dont le point support est aa'.

Il est évident que deux droites imaginaires conjuguées ont même droite origine et que leurs droites termes sont symétriques par rapport à leur droite origine commune.

Le premier problème qui se présente est le suivant :

PROBLÈME. — *Construire la représentation géométrique* $a\underline{a}'$ *de la droite imaginaire passant par un point réel* S *et un point imaginaire* $D\underline{D}'$.

Nous supposerons d'abord que la droite donnée n'est pas isotrope.

Appelons $A\underline{A}'$ le point d'intersection de la droite $SD\underline{D}'$ avec une droite réelle perpendiculaire à la droite origine cherchée a (fig. 4).

Soit α la position extérieure de $A\underline{A}'$.

La droite a, étant perpendiculaire à AA' en A, passe par le point α et par le point α', position extérieure du point imaginaire conjugué de $A\underline{A}'$.

Par conséquent, la droite a se confond avec la droite $S\alpha\alpha'$.

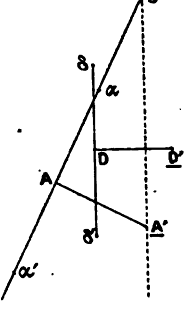


Fig. 4.

Désignons par δ, δ' les positions extérieures du point donné $D\underline{D}'$ et de son imaginaire conjugué.

Il résulte de ce qui précède, et de la propriété due à Laguerre, que la droite a est l'une des bissectrices des angles formés par les droites $S\delta$, $S\delta'$.

Si la droite origine a est la bissectrice intérieure de l'angle $\delta S \delta'$, les points α, α' sont du même côté par rapport à S et la droite terme a' fait avec la droite origine a un angle inférieur en valeur absolue à $\frac{\pi}{4}$.

Si la droite a est bissectrice extérieure, les points α, α' sont situés de part et d'autre du point S, et l'angle (a, a') est supérieur à $\frac{\pi}{4}$ en valeur absolue.

Afin d'éviter l'ambiguïté, nous choisirons pour droite origine a la bis-

sectrice intérieure et, en conséquence, nous représenterons toujours une droite imaginaire, non isotrope, par un couple de droites *a*, *a'*, pleine et pointillée, formant un angle aigu (*a*, *a'*) inférieur en valeur absolue à $\frac{\pi}{4}$.

Grâce à cette convention, toute droite imaginaire, non isotrope, pourra être représentée par un couple de droites parfaitement déterminé aa'.

Remarque. — Dans le cas particulier où le point support de la droite imaginaire est situé à l'infini, on voit aisément que sa représentation géométrique *aa'* est formée de deux droites parallèles, et qu'une transversale réelle quelconque coupe les droites *a*, *a'* en des points A, A', qui sont les composantes du point d'intersection AA' de la transversale avec la droite *aa'*.

Il suffit donc de mener par A et A' des droites *a*, *a'* parallèles à la direction du point support à l'infini pour obtenir la représentation *aa'* de la droite.

Deux droites *ab*, *a'b'*, dont les points supports sont à l'infini, se coupent évidemment en un point AB dont les composantes A, B sont les points d'intersection *aa'*, *bb'*.

VI. — REPRÉSENTATIONS GÉOMÉTRIQUES DES DROITES ISOTROPES.

1° La droite imaginaire est isotrope positive.

Le support S se confond alors avec la position extérieure α d'un point quelconque AA' de la droite.

La représentation géométrique aa' *de la droite isotrope positive est indéterminée, mais la droite terme* a' *fait avec la droite origine* a *un angle constamment égal à* $+\frac{\pi}{4}$.

2° La droite imaginaire est isotrope négative.

Le support S est symétrique de la position extérieure α par rapport au support correspondant.

La représentation géométrique aa' *est encore indéterminée de direction, mais l'angle* (a, a') *est toujours égal à* $-\frac{\pi}{4}$.

De ces propriétés, l'on déduit immédiatement le théorème suivant :

Quand un plan tourne sur lui-même autour de l'un de ses points, les deux droites isotropes qui passent par le centre de rotation restent immobiles.

Les seules droites qui demeurent immobiles pendant le mouvement sont les droites isotropes, imaginaires conjuguées, issues du centre de rotation, et la droite réelle à l'infini; toutes les autres droites, réelles ou imaginaires, changent de position.

VII. — FIGURES IMAGINAIRES PERSPECTIVES.

Une droite imaginaire d'un plan réel est évidemment rencontrée par un autre plan réel en un point dont le support est la droite d'intersection des deux plans.

Considérons, dans un plan réel, une figure composée de points réels et imaginaires.

Soit S un point réel pris en dehors du plan.

Menons toutes les droites, réelles ou imaginaires, qui passent par le point S et chacun des points, réels et imaginaires, de la figure.

Un plan réel quelconque coupe toutes ces droites en des points, réels et imaginaires, dont le lieu forme une autre figure, perspective de la première.

VIII. — DROITES IMAGINAIRES PERSPECTIVES.

Théorème. — *La figure perspective d'une droite imaginaire est une autre droite imaginaire.*

Dans le plan de la droite imaginaire donnée, menons trois droites réelles fixes a, b, c passant par le support de la droite.

Une transversale réelle quelconque coupe ces trois droites et la droite imaginaire en trois points réels A, B, C et un point imaginaire D_i formant un quaterne de points $ABCD_i$ de rapport anharmonique constant.

D'un point réel S, extérieur au plan, projetons la figure sur un autre plan réel.

Soient a', b', c', A', B', C', D'_i les projections de a, b, c, A, B, C, D_i.

On sait que $(A'B'C'D'_i) = (ABCD_i) = \text{const.}$ et que les trois droites a', b', c' concourent en un même point.

Le lieu géométrique des points D'_i est donc une droite imaginaire, et le théorème est démontré.

Quand les deux plans ne sont pas parallèles, le point d'intersection de la droite imaginaire donnée avec la droite réelle à l'infini de son plan a pour perspective, dans l'autre plan, un point imaginaire non situé à l'infini ; par conséquent :

Corollaire. — *Une droite imaginaire quelconque rencontre la droite à l'infini de son plan en un point et en un seul.*

IX. — PROPRIÉTÉS DE LA DROITE IMAGINAIRE.

Théorème. — *Deux droites imaginaires se rencontrent toujours en un point, propre ou à l'infini.*

Soient S, T les supports des deux droites données (fig. 5).

Une transversale réelle quelconque PQ coupe ces deux droites en des points imaginaires, dont α et β sont les positions extérieures.

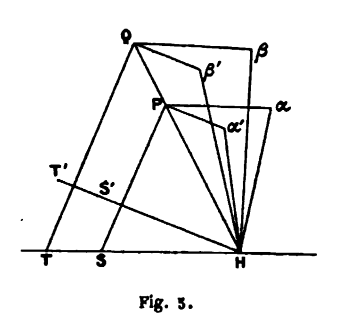


Fig. 5.

Appelons H le point de rencontre des droites PQ et ST.

Par les points α et β, menons des droites réelles variables faisant respectivement avec les droites αH, βH des angles égaux, et soient P, Q les points d'intersection de ces droits variables avec la transversale.

Les droites SP et TQ se coupent en un point dont le lieu géométrique est une ligne droite.

Nous avons démontré, dans notre mémoire de Toulouse, que lorsque cette droite n'était pas à l'infini, les deux droites imaginaires données se coupaient en un point propre dont cette droite était le support.

Pour compléter le théorème, nous ajouterons que si cette droite est à l'infini, les deux droites données se rencontrent encore.

Il nous suffira de démontrer que deux droites imaginaires, perspectives des droites données sur un plan non parallèle à celui de la figure, se coupent en un point dont le support est la perspective de la droite à l'infini du plan de la figure.

Faisons tourner le plan de la figure autour de la droite HPQ, et soient α', β' les nouvelles positions de α, β.

Choisissons le plan Hα'β' pour plan de perspective.

α', β' sont les positions extérieures, dans le plan de perspective, des points d'intersection de la transversale HPQ avec les deux droites données ou leurs perspectives.

Les angles Hα'P et Hβ'Q, égaux aux angles HαP et HβQ, sont égaux entre eux.

Les perspectives S', T' des points S, T sont évidemment les supports des droites imaginaires perspectives des droites données.

Par hypothèse, les droites variables SP, TQ sont toujours parallèles. (Dans ce cas particulier, les couples de points α, β et α', β' sont en ligne droite avec le point H.)

Il est facile de voir qu'alors les droites S'P et T'Q se coupent en un point dont le lieu géométrique est une droite propre p, perspective de la droite à l'infini du plan de la figure.

On conclut de là que les droites imaginaires, perspectives des deux droites données, se coupent en un point imaginaire propre, dont le support est la droite p, et le théorème est démontré.

THÉORÈME. — *Par un point donné et le point d'intersection d'une droite donnée avec la droite réelle à l'infini, on peut toujours mener une droite et une seule.*

En effet, en faisant la perspective, on voit immédiatement que le théorème revient à démontrer que par deux points imaginaires propres on peut toujours mener une droite et une seule.

X. — DROITES IMAGINAIRES PARALLÈLES.

Nous dirons que deux droites sont parallèles lorsqu'elles ne se rencontrent pas en un point propre.

De ce qui précède il résulte que :

Deux droites parallèles se rencontrent en un point à l'infini.

Deux droites parallèles à une troisième sont parallèles entre elles.

Par un point donné, réel ou imaginaire, on peut toujours mener une droite parallèle à une droite donnée, réelle ou imaginaire, et on n'en peut mener qu'une.

PROBLÈME. — *Par un point donné mener la droite parallèle à une droite donnée* ab.

Il suffira de faire connaître la construction.

1° Le point donné est réel.

Menons par ce point les droites *a'* et *b'* respectivement parallèles aux droites *a* et *b*.

La droite cherchée est *a'b'*.

2° Le point donné A'B' est imaginaire.

Soit AB le point d'intersection du support A'B' du point donné avec la droite donnée *ab*, dont le support *ab* sera désigné par S.

Construisons le triangle S'A'B' directement semblable au triangle SAB, et par le point S' menons les droites *a'*, *b'* respectivement parallèles aux droites *a*, *b*.

a'b' est la droite cherchée.

XI. — PROPRIÉTÉS DES DROITES ISOTROPES ET DES POINTS CYCLIQUES.

PROBLÈME. — *Construire le point d'intersection d'une droite isotrope, de support* S, *avec une droite imaginaire non isotrope.*

1° La droite isotrope donnée est positive.

Tout point d'une droite isotrope positive a pour position extérieure le support S de cette droite.

Le point cherché est donc le point de la droite imaginaire non isotrope, déterminé par sa position extérieure S.

2° La droite isotrope donnée est négative.

Tout point d'une droite isotrope négative a pour position extérieure

le point symétrique de S par rapport à la droite support du point considéré.

Sur la droite imaginaire conjuguée de la droite donnée, non isotrope, construisons le point $M\underline{A}'$, dont la position extérieure est S.

Le point $M\underline{A}$, imaginaire conjugué du point $M\underline{A}'$, est le point cherché.

En effet, il appartient à la droite donnée, et a pour position extérieure le point symétrique de S par rapport à MA.

Il est évident qu'il n'existe pas d'autre solution.

PROBLÈME. — *Construire le point d'intersection d'une droite isotrope positive, de support α, avec une droite isotrope négative, de support α'.*

Le point d'intersection a pour position extérieure le point α, et aussi le symétrique du point α' par rapport à sa droite support.

Donc la droite support du point cherché est la perpendiculaire élevée au milieu A de $\alpha\alpha'$.

Faisons tourner le segment $A\alpha$ autour du point A, d'un angle égal à $-\frac{\pi}{2}$; le point α viendra occuper la position A'.

$A\underline{A}'$ est le point cherché.

Remarque. — De cette construction l'on déduit un autre mode de représentation géométrique des points imaginaires.

Il consiste à représenter un point imaginaire $A\underline{A}'$ par le segment $\alpha\alpha'$ que déterminent les points supports α, α' des droites isotropes, positive et négative, passant par le point $A\underline{A}'$.

C'est le mode de représentation adopté par Laguerre.

Nous pensons que notre représentation est préférable, parce qu'elle s'applique aux points situés dans l'espace, sans aucune modification.

THÉORÈME. — *Deux droites isotropes positives, situées dans un même plan réel, sont parallèles.*

Il est facile de voir que nous pouvons toujours projeter la figure sur un autre plan, de telle manière que les perspectives des deux droites isotropes positives soient des droites non isotropes.

Il en résulte que deux droites isotropes positives se rencontrent toujours en un point.

Or, ce point ne peut être un point propre, car sa position extérieure se confondrait avec le support de chacune des deux droites isotropes positives données.

Par conséquent, deux droites isotropes positives d'un même plan réel se coupent en un point dont le support est la droite à l'infini.

Donc toutes les droites isotropes positives, situées dans un même plan réel, sont parallèles.

Le point commun à toutes les droites isotropes positives d'un plan, y

compris la droite réelle à l'infini de ce plan, est un point imaginaire fixe parfaitement déterminé.

Nous donnerons à ce point fixe imaginaire du plan le nom de *point cyclique positif* et nous le désignerons par ω.

THÉORÈME. — *Deux droites isotropes négatives, situées dans un même plan réel, sont parallèles.*

La démonstration peut être calquée sur celle qui précède.

Nous appellerons *point cyclique négatif* le point fixe imaginaire à l'infini commun à toutes les droites isotropes négatives d'un même plan réel, y compris la droite à l'infini de ce plan, et nous le désignerons par ω'.

De ce qui précède, l'on déduit immédiatement le théorème suivant, qui fait connaître une des propriétés les plus curieuses des points cycliques.

THÉORÈME. — *Quand un plan glisse sur lui-même d'une manière continue, ses deux points cycliques demeurent immobiles.*

Dans ce mouvement tous les points et toutes les droites changent de position, excepté les deux points cycliques, imaginaires conjugués, et la droite réelle à l'infini qui passe par ces deux points.

XII. — PROPRIÉTÉ FONDAMENTALE DU QUATERNE DE POINTS.

THÉORÈME. — *Le rapport anharmonique de quatre points donnés* $A\underline{A}'$, $B\underline{B}'$, $C\underline{C}'$, $D\underline{D}'$, *situés en ligne droite imaginaire, est égal au rapport anharmonique du quadrangle* $\alpha\beta\gamma\delta$ *de ses positions extérieures.*

Menons le faisceau des droites isotropes positives qui passent par les quatre points donnés.

Le centre de ce faisceau est le point cyclique positif.

Une transversale réelle quelconque coupe ce faisceau de droites isotropes positives en un quaterne de points dont les positions extérieures sont toujours α, β, γ, δ, points supports des quatre droites isotropes positives.

Or, en vertu de notre théorème fondamental, une droite réelle quelconque coupe les quatre droites de ce faisceau en quatre points dont les positions extérieures α, β, γ, δ sont les sommets d'un quadrangle de rapport anharmonique égal à celui des quatre points $A\underline{A}'$, $B\underline{B}'$, $C\underline{C}'$, $D\underline{D}'$.

Donc il est clair que :

$$(A\underline{A}'B\underline{B}'C\underline{C}'D\underline{D}') = (\alpha\beta\gamma\delta)$$

ce qui démontre le théorème.

PROBLÈME. — *Connaissant la valeur du rapport anharmonique d'un quaterne de points et les positions de trois de ses points, construire le quatrième.*

Le problème se trouve ramené au suivant que nous savons résoudre :

Connaissant la valeur du rapport anharmonique d'un quadrangle et les positions de trois de ses sommets, construire le quatrième.

Dans le cas particulier où le quaterne de points est placé sur une droite isotrope positive, la construction indiquée n'est plus applicable, puisque les sommets du quadrangle des positions extérieures se confondent en un seul point.

Le théorème suivant permettra de résoudre le problème.

THÉORÈME. — *Le rapport anharmonique d'un quaterne de points donnés est conjugué au rapport anharmonique du quadrangle formé par les points supports* α', β', γ', δ', *des droites isotropes négatives passant par les points donnés.*

En effet, une transversale réelle coupe le faisceau de ces quatre droites isotropes négatives en quatre points dont les positions extérieures α'', β'', γ'', δ'', forment un quadrangle de rapport anharmonique égal à celui des quatre points donnés.

Or, le quadrangle $\alpha''\beta''\gamma''\delta''$ est symétrique du quadrangle $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$, par rapport à la transversale.

Donc le rapport anharmonique des quatre points donnés, égal à celui du quadrangle $\alpha''\beta''\gamma''\delta''$, est conjugué au rapport anharmonique du quadrangle symétrique $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$.

XIII. — QUATERNE HARMONIQUE.

Lorsque la valeur d'un rapport anharmonique est égale à $1_{\pm\pi}$ ou — 1, on dit que ce rapport est harmonique.

Un quaterne est harmonique quand son rapport anharmonique est égal à — 1.

Il résulte des théorèmes précédents que si quatre points en ligne droite forment un quaterne harmonique, leurs positions extérieures sont les sommets d'un quadrangle harmonique, et réciproquement.

THÉORÈME. — *Quatre points distincts* A_i, B_i, C_i, D_i, *réels ou imaginaires, situés sur une même ligne droite, réelle ou imaginaire, forment un quaterne harmonique s'ils sont, par rapport à un quadrilatère* $K_iL_i\ M_iN_i$, *réel ou imaginaire, dans une position telle que deux côtés opposés* $K_iL_i M_iN_i$, *et* L_iM_i, N_iK_i *se coupent au premier point* A_i *et au troisième* C_i, *et que les deux diagonales* L_iN_i, M_iK_i *passent par le deuxième point* B_i *et le quatrième* D_i.

C'est cette propriété du quaterne harmonique qui a servi de définition à von Staudt et à ses disciples.

Appelons O_i le point d'intersection des deux diagonales (fig. 6).

Les rapports anharmoniques des quaternes de points $K_iM_iO_iD_i$ et $A_iC_iB_iD_i$,

sections d'un même quaterne de droites, de centre L_i, sont égaux; par conséquent :

$$(K_iM_iO_iD_i) = (A_iC_iB_iD_i)$$

Les rapports anharmoniques $K_iM_iO_iD_i$ et $C_iA_iB_iD_i$, sections d'un même quaterne de droites, de centre N_i, étant aussi égaux :

$$(K_iM_iO_iD_i) = (C_iA_iB_iD_i).$$

On a donc :

$$(A_iC_iB_iD_i) = (C_iA_iB_iD_i).$$

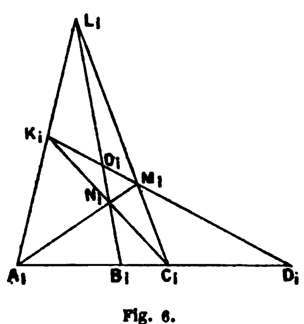


Fig. 6.

Soient α, β, γ, δ, les positions extérieures des points A_i, B_i, C_i, D_i.

En vertu de la propriété fondamentale du quaterne de points, la dernière égalité donne la suivante :

$$(\alpha\gamma\beta\delta) = (\gamma\alpha\beta\delta).$$

D'où l'on déduit :

$$\frac{\alpha\beta}{\alpha\delta} : \frac{\gamma\beta}{\gamma\delta} = \frac{\gamma\beta}{\gamma\delta} : \frac{\alpha\beta}{\alpha\delta} = 1 \quad \text{et} \quad \sphericalangle\,\delta\alpha\beta - \sphericalangle\,\delta\gamma\beta = \sphericalangle\,\delta\gamma\beta - \sphericalangle\,\delta\alpha\beta,$$

$$\text{ou} \qquad \sphericalangle\,\delta\alpha\beta - \sphericalangle\,\delta\gamma\beta = 0 \qquad \text{ou} \qquad \pm\pi.$$

La solution $\sphericalangle\,\delta\alpha\beta - \sphericalangle\,\delta\gamma\beta = 0$ doit être éliminée, car on ne peut avoir à la fois :

$$\frac{\alpha\beta}{\alpha\delta} = \frac{\gamma\beta}{\gamma\delta} \qquad \text{et} \qquad \sphericalangle\,\delta\alpha\beta = \sphericalangle\,\delta\gamma\beta$$

sans que les points α, γ se confondent, ce qui est contraire à l'hypothèse.

Par conséquent, $\sphericalangle\,\delta\alpha\beta - \sphericalangle\,\delta\gamma\beta = \pm\pi.$

Donc, $(\alpha\gamma\beta\delta) = (\gamma\alpha\beta\delta) = 1_{\pm\pi} = -1.$

Ce qui démontre que les quatre points A_i, B_i, C_i, D_i sont en rapport harmonique.

XIV. — RAPPORTS ISOTROPES ANGULAIRES

DÉFINITION. — *Nous appellerons rapport isotrope d'un angle* $A_iS_iB_i$, *la valeur du rapport anharmonique du quaterne de droites formé par les deux côtés* S_iA_i, S_iB_i *de l'angle et par les droites isotropes négative et positive* $S_i\omega'$, $S_i\omega$, *passant par son sommet* S_i.

Cherchons la valeur du rapport isotrope en fonction des angles que

font entre elles les droites composantes des représentations géométriques des côtés de l'angle.

Nous examinerons successivement les divers cas qui se présentent :

1° Les deux côtés sont réels.

Soient a, b les deux côtés et S le sommet de l'angle (a, b) ou θ (fig. 7).

Une transversale réelle quelconque coupe les droites a, b et les droites isotropes, négative et positive, issues de S, respectivement aux points A, B, au point S', symétrique de S par rapport à la transversale AB, et au point S.

Le rapport isotrope $(abS\omega'S\omega)$ est par conséquent égal au rapport anharmonique (ABS'S) ou (SS'BA).

$$\text{Or,} \quad \frac{AS'}{AS} : \frac{BS'}{BS} = 1 \qquad \text{et} \qquad \sphericalangle ASB - \sphericalangle AS'B = 2\theta.$$

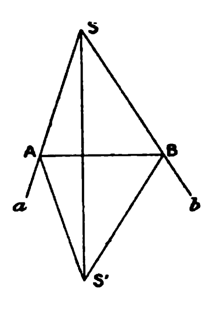


Fig. 7.

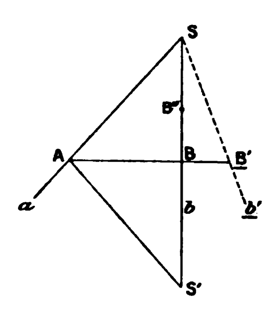


Fig. 8.

Donc, la valeur isotrope de l'angle θ est égale à $1_{2\theta}$.

2° L'un des côtés a est réel, l'autre $b\underline{b}'$ est imaginaire et son support S est situé sur la droite réelle a (fig. 8).

Appelons θ l'angle (a, b) et β l'angle (b, b').

Une transversale réelle, perpendiculaire à la droite b, coupe les droites a, b, b' en des points A, B, B'.

Le point d'intersection de cette transversale avec la droite $b\underline{b}'$ est le point $B\underline{B}'$ dont la position extérieure B'' est située sur SB.

Soit S' le symétrique de S par rapport à AB.

On sait que :

$$(ab\underline{b}'S\omega'S\omega) = (AB''S'S) = (SS'B''A).$$

$$\text{Or,} \quad \frac{AS'}{AS} : \frac{B''S'}{B''S} = \frac{B''S}{B''S'} = \frac{BS - BB''}{BS + BB''} = \frac{1 - \operatorname{tg}\beta}{1 + \operatorname{tg}\beta} = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right)$$

$$\sphericalangle ASB'' - \sphericalangle AS'B'' = 2\theta.$$

Donc, la valeur du rapport isotrope est égale à :

$$\left[\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right)\right]_{2\theta}$$

3° Les deux côtés $a\underline{a}'$, $b\underline{b}'$ sont imaginaires et ont le même support S (fig. 9).

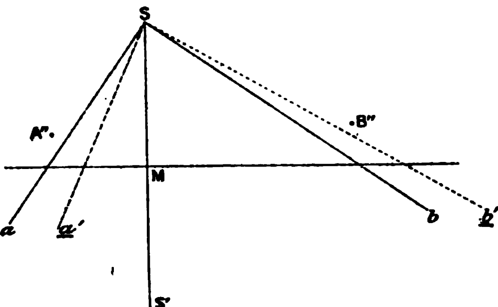


Fig. 9.

Soient θ, α, β les angles (a, b), (a, a'), (b, b').

Une transversale réelle coupe les droites $a\underline{a}'$, $b\underline{b}'$ en des points imaginaires dont nous désignerons les positions extérieures par A", B".

Soit S' le symétrique de S par rapport à la transversale, et M le point milieu de SS'.

Appelons λ l'angle (SS', a).

On a :

$$(a\underline{a}'b\underline{b}'S\omega'S\omega) = (A''B''S'S) = (SS'B''A'').$$

Le cas précédent donne les relations suivantes :

$$(MA''S'S) = (SS'A''M) = \left[\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)\right]_{2\lambda}$$

$$(MB''S'S) = (SS'B''M) = \left[\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right)\right]_{2(\lambda+\theta)}.$$

Par conséquent :

$$\frac{MS'}{MS} : \frac{A''S'}{A''S} = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) \qquad \angle MSA'' - \angle MS'A'' = 2\lambda$$

$$\frac{MS'}{MS} : \frac{B''S'}{B''S} = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right) \qquad \angle MSB'' - \angle MS'B'' = 2(\lambda + \theta).$$

D'où l'on déduit :

$$\frac{A''S'}{A''S} : \frac{B''S'}{B''S} = \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)}$$

$$\angle A''SB'' - \angle A''S'B'' = \angle MSB'' - \angle MSA'' - \angle MS'B'' + \angle MS'A'' = 2\theta$$

Donc la valeur du rapport isotrope $(a\underline{a}'b\underline{b}'S\omega'S\omega)$ est égale à :

$$\left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)}\right]_{2\theta}$$

4° Les deux côtés de l'angle et le sommet sont imaginaires.

Soient *aa′*, *bb′* les côtés et θ, α, β les angles (a, b), (a, a'), (b, b').

Par un point réel du plan menons les droites parallèles aux côtés donnés et les droites isotropes négative et positive.

Nous obtiendrons un nouveau quaterne de droites, à centre réel, dont le rapport anharmonique est égal à celui du quaterne qui détermine le rapport isotrope de l'angle donné, puisque ces deux quaternes de droites sont perspectifs au même quaterne de points à l'infini.

Les composantes de droites parallèles étant respectivement parallèles, on voit que le rapport isotrope de l'angle donné est égal à

$$\left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}\right]_{2i}$$

XV. — ANGLES IMAGINAIRES ÉGAUX

Nous appellerons égaux les angles qui ont le même rapport isotrope.

Il résulte de cette définition que :

1° *Deux angles sont égaux quand leurs côtés sont parallèles.*

2° *L'angle de deux droites* aa′, bb′ *est réel quand les angles* (a, a′), (b, b′) *de ses côtés sont égaux.*

3° *Deux droites* aa′, bb′ *sont perpendiculaires, ou se coupent à angle droit, quand leurs composantes origines* a, b *sont perpendiculaires, ainsi que leurs composantes termes* a′, b′.

4° *Deux droites perpendiculaires forment un faisceau harmonique avec les droites menées de leur point d'intersection aux points cycliques.*

Cette dernière propriété ramène le tracé des lignes perpendiculaires au problème purement projectif de la division harmonique.

Problème. — *Par un point donné mener une droite* bb′ *faisant avec une droite donnée* aa′ *un angle égal à un angle donné.*

Désignons par K_λ le rapport isotrope de l'angle donné, et par α, β les angles (a, a'), (b, b').

L'angle (a, b) est égal à $\frac{1}{2}\lambda$ et la valeur de l'angle β est donnée sans ambiguïté par la relation

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right) = \text{K}.\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right).$$

On connaît donc les directions des composantes b, b' de la droite

cherchée qui passe par le point donné, et le problème se trouve ramené au suivant, que nous savons résoudre :

Mener par un point donné une droite parallèle à une droite donnée.

XVI. — ADDITION DES ANGLES IMAGINAIRES

DÉFINITION. — *Quand trois droites* aa′, bb′, cc′ *passent par un même point, la somme des angles* (aa′, bb′) *et* (bb′, cc′) *est dite égale à l'angle* (aa′, cc′).

Appelons α, β, γ les angles (a, a'), (b, b'), (c, c') et λ, λ' les angles (a, b), (b, c).

Les rapports isotropes des angles (aa', bb'), (bb', cc'), (aa', cc') sont respectivement égaux à

$$\left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}\right]_{\lambda}, \quad \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\gamma\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}\right]_{\lambda'}, \quad \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\gamma\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}\right]_{(\lambda+\lambda')}.$$

Donc,

THÉORÈME I. — *Le rapport isotrope d'un angle égal à la somme de deux angles donnés a pour module le produit des modules des rapports isotropes des deux angles donnés et pour argument la somme de leurs arguments.*

THÉORÈME II. — *Le rapport isotrope d'un angle égal à la différence de deux angles donnés a pour module le quotient des modules de leurs rapports isotropes et pour argument la différence de leurs arguments.*

COROLLAIRE. — *Les valeurs des angles* (aa,′ bb′), (bb′, aa′) *sont égales et de signe contraire.*

En effet, la somme de ces angles est nulle, puisque le rapport isotrope correspondant est égal à 1_0 ou $+1$.

XVII. — SOMME DES ANGLES D'UN TRIANGLE IMAGINAIRE

THÉORÈME. — *La somme des angles d'un triangle imaginaire est égale à deux angles droits.*

Soient aa', bb', cc' les trois droites qui déterminent le triangle, α, β, γ les angles (a, a'), (b, b'), (c, c') et A, B, C les angles (b, c), (c, a), (a, b).

Les valeurs des rapports isotropes des angles (bb', cc'), (cc', aa'), (aa', bb') sont respectivement égales à :

$$\left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\gamma\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}\right]_{2A}, \quad \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\gamma\right)}\right]_{2B}, \quad \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}\right]_{2C}$$

Or, le rapport isotrope de l'angle égal à la somme des angles du triangle imaginaire considéré a pour module le produit de ces modules, ou l'unité, et pour argument la somme de ces arguments.

Donc, la somme des angles d'un triangle imaginaire est égale à l'angle formé par deux droites réelles faisant entre elles un angle égal à la somme $A + B + C$ des angles d'un triangle réel, ou à deux angles droits.

XVIII. — CORRÉLATION ALGÉBRIQUE

On démontre facilement que :

1° La valeur du rapport anharmonique, que nous avons représentée par le symbole K_λ, est égale à $K.\ e^{\lambda\sqrt{-1}}$.

2° La valeur du rapport isotrope d'un angle $\theta' + \lambda\sqrt{-1}$ est égale à $e^{2(\theta'+\lambda\sqrt{-1})\sqrt{-1}}$.

Or, nous avons démontré que si $\underline{a}a'$, $\underline{b}b'$ sont les représentations géométriques des côtés de cet angle, la valeur de ce rapport isotrope était aussi égale à :

$$\left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}\right]_{2\theta} \quad \text{ou} \quad \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}.\ e^{2\theta\sqrt{-1}}$$

θ, α, β étant les valeurs des angles (a, b), (a, a'), (b, b').

Nous avons donc l'égalité

$$e^{2(\theta'+\lambda\sqrt{-1})\sqrt{-1}} = \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}.\ e^{2\theta\sqrt{-1}}$$

D'où l'on déduit $\theta' = \theta$ et

$$\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)} = e^{-2\lambda} \quad \text{ou} \quad 2\lambda = L\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}$$

La première égalité exprime la propriété suivante :

THÉORÈME I. — *La partie réelle* θ *de l'angle* $\theta + \lambda\sqrt{-1}$ *déterminé par deux droites imaginaires* $\underline{a}a'$, $\underline{b}b'$ *est égale à l'angle* (a, b) *formé par les composantes origines des représentations géométriques de ces droites.*

Considérons une branche d'hyperbole équilatère.

Soient OX, OY ses asymptotes et A le sommet de la courbe situé sur cette branche (fig. 10).

Choisissons pour unité de mesure linéaire la distance AA′ du sommet A à l'asymptote OY, et sur cette asymptote prenons une longueur OD égale à $\dfrac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}$.

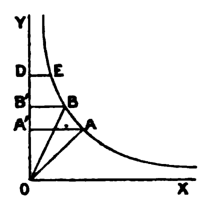


Fig. 10.

Appelons E le point d'intersection de l'hyperbole avec la perpendiculaire à OY menée par le point D.

On sait que l'aire AA′DE, ou S, comprise entre l'asymptote OY, l'hyperbole et les perpendiculaires AA′, ED a pour mesure L $\dfrac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}$.

Par conséquent, $$S = L\,\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)} = 2\lambda.$$

Menons par le centre O la droite faisant avec l'asymptote OY un angle dont la tangente est égale à $-\dfrac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\beta\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)}$.

Cette droite coupe la branche d'hyperbole en un point B dont la projection sur OY est B′.

On démontre très simplement que $\overline{OB'}^2 = OA'.OD$.

Il résulte de cette égalité que l'aire comprise entre l'asymptote OY, l'hyperbole et les perpendiculaires AA′, BB′ est équivalente à la moitié de l'aire S et par conséquent a la même mesure que λ.

Remarquons que cette aire est aussi équivalente au secteur hyperbolique AOB, puisque les triangles OAA′, OBB′ sont équivalents, et que la droite OB fait avec l'axe transverse OA un angle dont la tangente est égale à $\dfrac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}{1-\operatorname{tg}\beta\operatorname{tg}\alpha}$.

Nous pouvons donc énoncer la propriété suivante :

Théorème II. — *La valeur absolue λ de la partie imaginaire d'un angle* $0 + \lambda\sqrt{-1}$, *dont les côtés sont représentés géométriquement par les droites*

aa' *et* bb', *d'angles* α *et* β, *est le rapport au carré construit sur* OA *comme diagonale, du secteur intercepté dans l'hyperbole équilatère entre l'axe transverse* OA, *la courbe et le rayon* OB, *qui fait avec l'axe* OA *un angle dont la tangente est égale à* $\frac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}{1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\alpha}$.

Cette représentation géométrique de la valeur de l'angle imaginaire est identique à celle donnée par M. Marie, dans sa *Théorie des fonctions de variables imaginaires* (tome I, chapitre XVII, page 233).

Dans la méthode analytique de M. Marie, la solution :

$$x = \alpha + \beta\sqrt{-1}, \qquad y = \alpha' + \beta'\sqrt{-1},$$

d'une équation $f(x, y) = 0$ représente le point :

$$x_1 = \alpha + \beta, \qquad y_1 = \alpha' + \beta'.$$

Ce point représentatif est la composante terme de notre représentation géométrique du point imaginaire.

Nous allons faire connaître une autre relation qui semble prouver que les modes de représentation choisis sont ceux qui traduisent le plus fidèlement les résultats de l'analyse.

Soit *ab* la représentation géométrique de la droite imaginaire qui passe par le point réel S et le point imaginaire AB (fig. 11).

Du point S menons la perpendiculaire SD à la droite AB et désignons par α, β les valeurs des angles (SD, *a*), (*a*, *b*).

Fig. 11.

On démontre élémentairement que l'on a la relation suivante :

$$\frac{DA + AB\sqrt{-1}}{SD} = \frac{\operatorname{tg}\alpha + \sqrt{-1}\operatorname{tg}\beta}{1 - \sqrt{-1}\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta}.$$

Soit $\alpha' + \beta'\sqrt{-1}$ la valeur de l'angle que fait avec la droite réelle SD la droite imaginaire représentée géométriquement par *ab*. Nous aurons :

$$\frac{DA + AB\sqrt{-1}}{SD} = \operatorname{tg}(\alpha' + \beta'\sqrt{-1}) = \frac{\operatorname{tg}\alpha' + \operatorname{tg}(\beta'\sqrt{-1})}{1 - \operatorname{tg}\alpha' \operatorname{tg}(\beta'\sqrt{-1})},$$

et, par conséquent,

$$\frac{g\,\alpha + \sqrt{-1}\operatorname{tg}\beta}{1 - \sqrt{-1}\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta} = \frac{\operatorname{tg}\alpha' + \operatorname{tg}(\beta'\sqrt{-1})}{1 - \operatorname{tg}\alpha' \operatorname{tg}(\beta'\sqrt{-1})}.$$

D'où l'on déduit :

$$\alpha' = \alpha, \qquad \operatorname{tg}(\beta'\sqrt{-1}) = \sqrt{-1}\operatorname{tg}\beta$$

(ou $\alpha' = \frac{\pi}{2} + \alpha$ et $\operatorname{tg}\left(\beta^1\sqrt{-1}\right) = \sqrt{-1}\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)$, solution correspondant à la représentation géométrique de la ligne droite imaginaire que nous avons éliminée au chapitre V).

L'inclinaison réelle β serait fournie par l'équation :

$$\frac{\sqrt{-1}\,(e^{\beta'} - e^{-\beta'})}{e^{\beta'} + e^{-\beta'}} = \frac{e^{\beta\sqrt{-1}} - e^{-\beta\sqrt{-1}}}{e^{\beta\sqrt{-1}} + e^{-\beta\sqrt{-1}}}$$

d'où l'on tirerait facilement β en fonction de β'.

Les deux propriétés suivantes sont presque évidentes par notre méthode.

Une droite isotrope, positive ou négative, forme avec toutes les autres droites un angle dont la partie réelle est indéterminée et la partie imaginaire constante (infiniment grande, positive ou négative).

Nous avons donc l'explication géométrique de ce théorème d'apparence paradoxale :

Si $\operatorname{tg}\alpha = \pm\sqrt{-1}$ on aura aussi $\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \pm\sqrt{-1}$, quelle que soit la valeur réelle ou imaginaire de β.

Deux droites isotropes positives (ou négatives) forment un angle entièrement indéterminé et, par conséquent, égal à un angle donné quelconque.

Cette propriété a pour conséquence la suivante :

« Le lieu géométrique des sommets d'un angle de grandeur constante, dont les côtés passent par deux points fixes, comprend toujours les points cycliques, quelle que soit la valeur réelle ou imaginaire de cet angle. »

Remarque. — Notre définition de la valeur d'un angle par son rapport isotrope nous oblige à considérer comme égaux deux angles qui diffèrent de $\pm\pi$.

Nous croyons que cette définition plus générale de l'égalité, qui s'impose aussi en géométrie analytique, présente plus d'avantages que d'inconvénients.

XIX. — CLASSIFICATION DES CONIQUES.

Nous avons appelé conique le lieu géométrique des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux projectifs de rayons, qui ne sont ni concentriques, ni perspectifs.

Une conique peut passer par l'un des points cycliques ou par tous les deux, être tangente à la droite à l'infini en un point quelconque ou en un point cyclique.

Nous distinguerons donc :

1° La conique cyclique positive (ou négative), qui passe par le point cyclique positif (ou négatif).

La conique cyclique a deux foyers doubles.

2° Le cercle, qui passe par les deux points cycliques.

Le cercle a un foyer quadruple.

3° La parabole, tangente à la droite à l'infini en un point non cyclique.

La parabole a un foyer simple.

4° La parabole cyclique positive (ou négative), tangente à la droite à l'infini au point cyclique positif (ou négatif).

La parabole cyclique n'a pas de foyer.

XX. — GÉNÉRALITÉ DE LA MÉTHODE.

Notre méthode permet de donner, pour les théorèmes de géométrie, des démonstrations indépendantes de la réalité des éléments, points et droites, qui composent la figure.

Nous n'avons donc pas à considérer, comme cas particulier, la réalité de ces éléments.

Exemple :

Théorème. — *Si* A, B *sont deux points fixes d'un cercle, tel que nous l'avons défini, et* V *un point quelconque de ce cercle, l'angle* AVB *est constant.*

Considérons un autre point V′ du cercle et soient ω, ω′ les points cycliques, positif et négatif.

Il résulte de notre définition du cercle que le rapport anharmonique des quatre rayons AV, AV′, Aω′, Aω est égal à celui des quatre rayons BV, BV′, Bω′, Bω.

Or, ces rapports anharmoniques sont respectivement égaux aux rapports isotropes des angles VAV′, VBV′.

Donc les angles VAV′, VBV′ sont égaux.

De l'égalité de ces angles on déduit très facilement celle des angles AV′B, AVB.

Ce qui démontre le théorème.

Les points A, B, V, V′, le centre et le rayon du cercle peuvent être indifféremment réels ou imaginaires.

Note. —Je dois rapporter le mérite de plusieurs des résultats obtenus à M. le Dr Virginio Retali, de Côme, qui est un ardent disciple de von Staudt.

Ce géomètre a bien voulu me communiquer ses travaux publiés et même inédits, concernant la géométrie imaginaire, et c'est après avoir pris connaissance de ses dernières découvertes que j'ai pu trouver des théorèmes plus généraux, notamment la propriété fondamentale du qua-

terne de points, en me basant sur la notion du rapport anharmonique imaginaire.

Je saisis avec empressement l'occasion de cette communication pour adresser mes plus vifs remerciements à mon savant ami.

M. Ed. COLLIGNON

Inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, à Paris.

RECHERCHES SUR LA COURBE D'OMBRE D'UN PIQUET VERTICAL

— *Séance du 31 mars 1888* —

On plante, en un point O de la surface terrestre, un piquet vertical de hauteur $OA = h$ et d'épaisseur infiniment petite ; et, dans le courant d'une même journée, on trace la courbe que dessine sur le plan horizontal XOY l'ombre du point A éclairé par les rayons solaires. Nous allons établir, puis discuter, l'équation de cette courbe, pour appliquer enfin à la solution de divers problèmes les résultats auxquels la discussion nous aura conduit. Nous ferons abstraction de la réfraction, qui modifie la longueur de l'ombre portée en altérant la hauteur apparente du soleil; nous négligerons aussi la petite variation que peut subir la déclinaison du soleil pendant la durée de l'expérience. Dans ces hypothèses, la courbe d'ombre est l'intersection du plan horizontal avec le cône qui a pour centre le point A, pour axe l'axe du monde, et pour base la circonférence décrite pendant la journée par le soleil sur la voûte céleste.

Le problème suppose le piquet OA vertical (fig. 1). Mais la solution s'applique aussi bien à l'ombre d'un piquet incliné, O'A. On passe, en effet, de l'un à l'autre en joignant le pied O' du piquet incliné à l'extrémité M de l'ombre du piquet vertical, c'est-à-dire à l'ombre du point A, sommet commun aux deux piquets AO et AO'. On peut supposer en particulier que le piquet incliné soit dirigé suivant l'axe du monde AC. Il devient alors le style des cadrans solaires et, à un instant donné, l'ombre CM de la droite CA fait connaître l'heure à laquelle elle est observée.

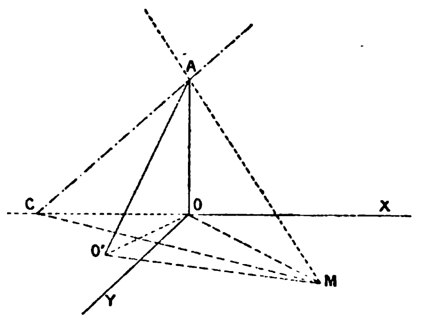


Fig. 1.

§ I.

Soit O le lieu de l'observation (fig. 2),

OA le piquet vertical de hauteur h,

XOY le plan horizontal, dans lequel nous prendrons l'axe OX dirigé vers le nord suivant le méridien, et l'axe OY dirigé vers l'est, tangentiellement au parallèle ; OZ est l'axe vertical.

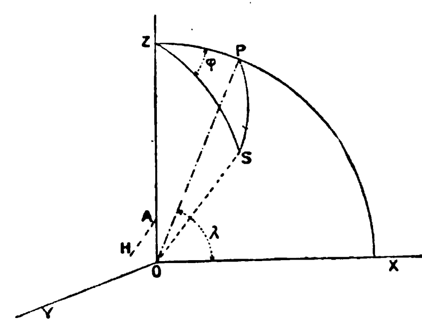


Fig. 2.

L'axe du monde OP est contenu dans le plan méridien ZOX et fait avec OX un angle POX $= \lambda$, égal à la latitude du lieu. Nous admettrons que le point O soit situé dans l'hémisphère boréal.

A un instant donné, le soleil occupe sur la sphère céleste un certain point S. Menons les plans POS, ZOS. Les arcs PS et ZS, sur la sphère céleste représentent, le premier, le complément de la déclinaison D du soleil; le second, la distance du soleil au zénith, ou le complément de la hauteur au-dessus de l'horizon. L'angle PZS $=\varphi$ du triangle sphérique est l'azimut du soleil compté vers l'est à partir du nord. L'angle ZPS est l'angle horaire, qui varie proportionnellement au temps, à raison de 15° par heure.

Les rayons solaires étant parallèles à OS, on obtiendra l'ombre H du point A sur le plan XOY en menant une parallèle AH à la droite OS; elle perce le plan horizontal au point H cherché.

Le triangle sphérique PZS donne l'équation

$$\cos(90^\circ - D) = \cos(90^\circ - \lambda)\cos\theta + \sin(90^\circ - \lambda)\sin\theta\cos\varphi,$$

ou bien

$$(1) \qquad \sin D = \sin\lambda\cos\theta + \cos\lambda\sin\theta\cos\varphi.$$

La droite OS a pour équations, en observant qu'elle fait avec les axes OX, OY, OZ, des angles dont les cosinus sont respectivement égaux à $\cos\varphi\sin\theta$, $\sin\varphi\sin\theta$, $\cos\theta$,

$$\frac{x}{\cos\varphi\sin\theta} = \frac{y}{\sin\varphi\sin\theta} = \frac{z}{\cos\theta}.$$

Les équations de la droite AH menée parallèlement à OS par le point A, dont les coordonnées sont $x=0$, $y=0$, $z=h$, sont

$$\frac{x}{\cos\varphi\sin\theta} = \frac{y}{\sin\varphi\sin\theta} = \frac{z-h}{\cos\theta}.$$

Si, dans ces dernières équations, on fait $z = 0$, on aura les coordonnées x et y du point H situé dans le plan XOY. Il vient

$$(2) \qquad \begin{aligned} x &= -h \operatorname{tang} \theta \cos \varphi\,; \\ y &= -h \operatorname{tang} \theta \sin \varphi. \end{aligned}$$

On voit que le point H s'éloigne à l'infini pour $\theta = 90^\circ$, c'est-à-dire au lever et au coucher du soleil.

Cherchons le lieu du point H lorsque le soleil décrit une circonférence ayant le point P pour pôle. La déclinaison D étant constante, l'équation du lieu s'obtiendra en éliminant θ et φ entre les trois équations (1) et (2). On tire des équations (2)

$$x^2 + y^2 = h^2 \operatorname{tang} \theta,$$

et, par conséquent,

$$(3) \qquad \begin{aligned} \operatorname{tang} \theta &= \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{h}, \\ \cos \theta &= \frac{h}{\sqrt{h^2+x^2+y^2}}, \\ \sin \theta &= \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{h^2+x^2+y^2}}. \end{aligned}$$

Les déterminations positives des radicaux correspondent dans ces formules au cas où le soleil est *levé*, c'est-à-dire est au-dessus de l'horizon. L'ombre du point A est alors *réelle et effective*. Les déterminations négatives du radical $\sqrt{x^2+y^2}$ correspondent au cas où le soleil est *couché*, c'est-à-dire au-dessous de l'horizon, ce qui rend l'ombre *virtuelle*, bien qu'elle soit encore réelle au point de vue géométrique.

On tire encore des équations (2), en les divisant l'une par l'autre,

$$\frac{y}{x} = \operatorname{tang} \varphi,$$

d'où l'on déduit

$$\cos \varphi = \pm \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}.$$

Or, observons que, d'après la première des équations (2), dans laquelle $\operatorname{tang} \theta$ est supposé positif, x est toujours de signe contraire à $\cos \varphi$. Si donc on convient de prendre positivement le radical, on devra poser

$$(4) \qquad \cos \varphi = -\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}.$$

Substituant dans l'équation (1) les valeurs de sin θ, cos θ et cos φ fournies par les équations (3) et (4), il vient l'équation du lieu :

$$\sin D = \sin\lambda \frac{h}{\sqrt{h^2+x^2+y^2}} - \cos\lambda \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{h^2+x^2+y^2}} \times \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}},$$

ou bien

$$\sin D\sqrt{h^2+x^2+y^2} = (h\sin\lambda - x\cos\lambda),$$

ou encore, en élevant au carré pour faire disparaître le radical.

$$\sin^2 D(h^2+x^2+y^2) = (h\sin\lambda - x\cos\lambda)^2,$$

équation qui peut s'écrire

$$(5)\qquad \sin^2 Dy^2 + (\sin^2 D - \cos^2\lambda)x^2 + 2hx\sin\lambda\cos\lambda + (\sin^2 D - \sin^2\lambda)h^2 = 0.$$

On reconnaît immédiatement, sous cette forme de l'équation, que la courbe (5) ne dépend que du carré $\sin^2 D$ du sinus de la déclinaison et qu'elle ne change pas quand on change D en $-$D. Le changement de signe de la déclinaison ne modifie pas, en effet, le cône de révolution sur lequel se meut le soleil dans le mouvement diurne ; le soleil passe simplement d'une nappe à l'autre. Il en résulte que la courbe d'ombre reste la même au point de vue géométrique lorsque la déclinaison change de signe, les parties effectives de cette courbe devenant virtuelles, et réciproquement.

On a identiquement

$$2\sin\lambda\cos\lambda = \sin 2\lambda,$$
$$\sin^2 D - \sin^2\lambda = \sin(D-\lambda)\sin(D+\lambda),$$
$$\sin^2 D - \cos^2\lambda = -\cos(D-\lambda)\cos(D+\lambda),$$

et l'équation (5) peut se mettre sous la forme

$$(6)\qquad \sin^2 Dy^2 - \cos(D-\lambda)\cos(D+\lambda)x^2 + hx\sin 2\lambda + h^2\sin(D-\lambda)\sin(D+\lambda) = 0.$$

Formons la fonction $\Delta = B^2 - 4AC$, dont le signe caractérise la forme de la courbe. Il vient

$$\Delta = 4\sin^2 D\cos(D-\lambda)\cos(D+\lambda).$$

Cette fonction s'annule pour $D=0$, c'est-à-dire aux équinoxes, indépendamment de la valeur de λ ; à toute autre époque, Δ a le signe du produit $\cos(D-\lambda)\cos(D+\lambda)$. Or ce produit ne change pas quand on change D en $-$D, ou λ en $-\lambda$. On peut donc en discuter le signe en attribuant à D et à λ des valeurs positives. Alors $\cos(D-\lambda)$ est toujours positif, et Δ a le signe de $\cos(D+\lambda)$, c'est-à-dire le signe $+$, si $D+\lambda$ est moindre que 90°, et le signe $-$, si $D+\lambda$ xcède cette

limite. En résumé, sauf à l'époque des équinoxes, où elle est nulle partout, la fonction Δ est positive et la courbe est une hyperbole pour tous les points du globe situés entre les deux cercles polaires. Elle demeure encore positive, tant que la somme de la latitude et de la déclinaison reste moindre que 90°. Elle est nulle lorsque la déclinaison est égale à la colatitude ; alors la courbe devient une parabole, le soleil rasant l'horizon, en dessus ou en dessous, sans le couper. Enfin la courbe est une ellipse lorsque $D + \lambda$ surpasse 90°, et que le soleil reste entièrement au-dessus ou entièrement au-dessous de l'horizon pendant la journée.

Pour que la courbe soit un cercle, il faut et il suffit que les coefficients de x^2 et de y^2 soient égaux dans l'équation (5), ce qui entraîne la condition $\cos^2 \lambda = 0$; l'observation doit donc se faire à l'un des pôles.

Enfin, au moment des équinoxes, on a $D = 0$, $\Delta = 0$, et la courbe (5) se réduit à la double droite

$$h \sin \lambda - x \cos \lambda = 0,$$

ou bien

$$x = h \operatorname{tang} \lambda.$$

Le parallèle décrit par le soleil est alors l'équateur lui-même et le cône de révolution se réduit au plan équatorial.

Nous nous occuperons particulièrement dans ce qui suit des points du globe pour lesquels Δ est positif. Il en est toujours ainsi de tous les points pour lesquels le soleil se lève et se couche chaque jour, c'est-à-dire de tous les points de la zone torride et des deux zones tempérées.

§ II

Nous nous bornerons à résumer dans ce qui suit les principales données relatives à la courbe d'ombre.

Le *centre* est situé sur l'axe OX, à une distance du point O égale à

$$x = \frac{h \sin 2\lambda}{2 \cos (D - \lambda) \cos (D + \lambda)}.$$

Cette distance est nulle pour $\sin 2\lambda = 0$, c'est-à-dire à l'équateur. Elle est positive tant que $\lambda \pm D$ n'excède pas 90°. Elle est infinie lorsque $\pm D = 90° - \lambda$. Elle est négative lorsque la valeur absolue de la déclinaison surpasse la colatitude.

Les sommets de la courbe ont pour abscisses

$$x' = h \operatorname{tang} (\lambda + D),$$

et

$$x'' = h \operatorname{tang} (\lambda - D).$$

L'*axe de la courbe* a pour valeur la valeur absolue de la différence $x' - x''$, ce qui donne

$$2a = \frac{h \sin 2D}{\cos(\lambda + D)\cos(\lambda - D)}.$$

L'axe OY, tangent au parallèle, rencontre la courbe en deux points, dont les ordonnées sont

$$y = \pm \frac{h}{\sin D}\sqrt{\sin(\lambda - D)\sin(\lambda + D)}.$$

Ces points sont réels, lorsque λ est plus grand que D, imaginaires si λ est moindre que D, et confondus en un seul, lorsque l'on a $\lambda = D$. Les points réels sont, d'ailleurs, effectifs ou virtuels, suivant les circonstances.

Les *asymptotes* de l'hyperbole, dans le cas où $\lambda + D$ est plus petit que 90°, font avec le grand axe un angle ω donné par l'équation

$$\text{tang}\,\omega = \pm \frac{\sqrt{\cos(\lambda + D)\cos(\lambda - D)}}{\sin D},$$

d'où l'on déduit

$$\cos\omega = \frac{\sin D}{\sqrt{\sin^2 D + \cos(\lambda + D)\cos(\lambda - D)}} = \frac{\sin D}{\cos\lambda}.$$

Le *demi-axe transverse* b est égal au produit du demi-axe a par tang ω. Il vient donc

$$b = \frac{h \cos D}{\sqrt{\cos(\lambda + D)\cos(\lambda - D)}}.$$

Des deux demi-axes a et b, on déduit le *rayon de courbure* ρ *au sommet*,

$$\rho = \frac{b^2}{a} = h \cot D,$$

résultat très remarquable, en ce qu'il est indépendant de la latitude. Nous y reviendrons plus loin.

Les *foyers* de l'hyperbole s'obtiendront en faisant $y = \frac{b^2}{a}$ dans l'équation (5); il vient pour leurs abscisses.

$$x_1 = \frac{-h\cos\lambda}{\sin\lambda + \cos D},$$

$$x_2 = \frac{-h\cos\lambda}{\sin\lambda - \cos D},$$

quantités de même signe, ou de signes contraires, suivant qu'on a $\sin\lambda < \cos D$ ou $\sin\lambda > \cos D$.

La moyenne arithmétique $\frac{x_1 + x_2}{2}$ donne l'abscisse du centre. La

somme des inverses $\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}$ élimine la déclinaison D, et donne

$$\frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}=-\frac{2\tang\lambda}{h};$$

de sorte que — h cot λ est la moyenne harmonique entre les abscisses x_1 et x_2 des deux foyers. Cette quantité — h cot λ est l'abscisse du point C où la parallèle à l'axe du monde menée par le point A perce le plan horizontal, c'est-à-dire du pied du style du cadran solaire dont l'extrémité libre serait le point A.

Soit OA le piquet vertical de hauteur h, AP l'axe du monde, qui coupe en C l'horizontale XX′ (fig. 3). La droite AH, menée perpendiculairement à CA, sera la trace du plan de l'équateur sur le plan du méridien; et

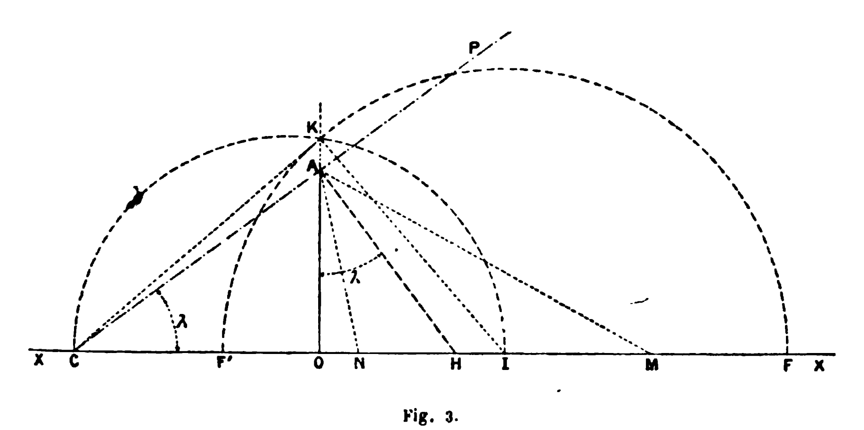


Fig. 3.

si l'on fait de part et d'autre de cette droite des angles NAH, MAH, égaux à la déclinaison du soleil, les points M et N seront les sommets de la courbe d'ombre. Le point I, milieu de MN, en sera le centre. Décrivons une demi-circonférence sur CI comme diamètre. Elle coupe au point K la direction OA prolongée. Du point I comme centre, avec IK pour rayon, décrivons une autre circonférence, qui coupe XX′ aux points F et F′. Ces points seront les foyers de la courbe. On a en effet, en posant

$$x_1=-\mathrm{OF'},$$
$$x_2=+\mathrm{OF},$$

les deux équations

$$(a)\qquad x_1+x_2=2\mathrm{OI},$$

et $$\mathrm{OF}\times\mathrm{OF'}=-x_1x_2=\overline{\mathrm{OK}}^2=\mathrm{OC}\times\mathrm{OI}=\mathrm{OC}\times\frac{x_1+x_2}{2},$$

d'où résulte l'équation

$$(b)\qquad \frac{1}{x_1}+\frac{1}{x_2}=-\frac{2}{OC}=-\frac{2\operatorname{tang}\lambda}{h},$$

qui, jointe à l'équation (a), définit les abscisses des foyers.

On obtiendra la distance du foyer à la *directrice* conjuguée en prenant la sous-tangente de la courbe au point qui a pour coordonnées $x=x_1$, $y=\frac{b^2}{a}$. Il vient, en faisant les opérations,

$$y\frac{dx}{dy}=\pm\frac{h\cos D}{\cos\lambda}.$$

Le rapport des distances d'un point de la courbe au foyer et à la directrice correspondante est égal à $\frac{\cos\lambda}{\sin D}$. Cette fraction définit l'excentricité de la courbe, égale à $\frac{1}{\cos\omega}$. 2ω étant l'angle des asymptotes.

Enfin, la différentiation de l'équation (5) et l'élimination du facteur constant $\sin^2 D$ conduisent à une propriété de la courbe d'ombre.

Prenons cette équation sous la forme

$$\sin^2 D\,(x^2+y^2+h^2)=(h\sin\lambda-x\cos\lambda)^2.$$

Différentions-la ; il vient

$$\sin^2 D\,(xdx+ydy)=-(h\sin\lambda-x\cos\lambda)\cos\lambda dx.$$

Divisons la seconde équation par la première, ce qui élimine $\sin^2 D$. Il vient

$$\frac{xdx+ydy}{x^2+y^2+h^2}=-\frac{\cos\lambda dx}{h\sin\lambda-x\cos\lambda},$$

ou bien, en résolvant par rapport $\frac{ydy}{dx}$,

$$y\frac{dy}{dx}=\frac{y^2+h^2+hx\operatorname{tang}\lambda}{x-h\operatorname{tang}\lambda}.$$

La *sous-normale* de la courbe d'ombre en un point quelconque est donc exprimable en fonction des coordonnées x et y du point et de la latitude, quelle que soit la déclinaison ou l'époque de l'année.

Au sommet de la courbe, la sous-normale se confond avec le rayon de courbure ρ, et, en observant qu'on a en ce point $y=0$, $x=h\operatorname{tang}(\lambda\pm D)$, on retrouve l'équation déjà obtenue

$$\rho=\pm\frac{h}{\operatorname{tang}D}.$$

Une courbe du second ordre quelconque peut être considérée comme

une courbe d'ombre. Cette courbe a une excentricité ε déterminée, qui est plus grande ou plus petite que l'unité, suivant que la courbe est une hyperbole ou une ellipse. Il suffit donc de choisir un point du globe défini par sa latitude λ et une époque qui corresponde à une déclinaison du soleil D, prise en valeur absolue, tels que l'on ait entre ces quantités la relation

$$\cos\lambda = \varepsilon \sin D.$$

L'observation installée au point (λ) et à l'époque (D) réalisera une courbe semblable à la courbe donnée, et ce sera cette courbe elle-même, si l'on détermine la hauteur h de la manière convenable.

Si ε est > 1, on pourra prendre arbitrairement la latitude λ, puis former le quotient $\frac{\cos\lambda}{\varepsilon}$, qui sera moindre que l'unité et déterminera un angle réel D satisfaisant à la relation

$$\sin D = \frac{\cos\lambda}{\varepsilon}.$$

Il faudra, pour que la solution soit admissible, que D soit moindre que sa limite supérieure 23° 28′, ce qui impose à $\cos\lambda$ la condition

$$\cos\lambda \overset{=}{<} \varepsilon \sin 23^\circ 28'.$$

Si ε est < 1, on prendra pour D une valeur arbitraire, et on en déduira la valeur de λ correspondante, sans qu'il y ait à introduire aucune restriction.

Les angles D et λ une fois déterminés, on trouvera la hauteur h du piquet par une construction géométrique.

Soit MN le grand axe ou l'axe réel de la courbe (fig. 4). Sur la droite MN comme corde, décrivons un segment capable de l'angle 2 D. Soit L le centre de la circonférence AMN et I le milieu de l'arc MN. Menons une droite IA faisant avec le rayon IL l'angle AIL $= \lambda$. Du point A, où cette droite coupe le cercle, abaissons AO perpendiculaire sur MN. On aura AO $= h$.

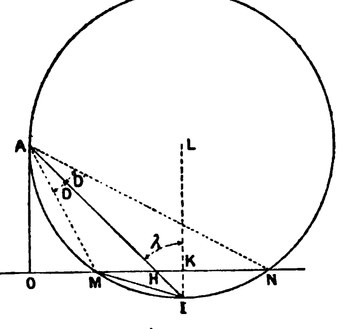


Fig. 4.

AI est le tracé de l'équateur sur le méridien et l'on a OM $= h \tang(\lambda - D)$, ON $= h \tang(\lambda + D)$.

On peut remarquer ainsi que l'on a, dans le triangle IMK, l'angle en M égal à D, et, par conséquent,

$$\sin D = \frac{IK}{M};$$

de même

$$\cos\lambda = \frac{IK}{IH};$$

de sorte que la relation $\cos\lambda = \varepsilon \sin D$ revient à l'égalité

$$MI = \varepsilon IH.$$

Les valeurs simultanées de λ et de D qui assurent la similitude de la courbe d'ombre, sont donc telles que l'on ait un rapport constant entre les longueurs MI et IH.

Menons une droite RR' parallèle à la droite KI, et telle que le rapport $\frac{MI}{IR}$ soit donné et égal à ε (fig. 5). Il suffira de rabattre dans chaque triangle MIK le segment IR de l'hypoténuse, de manière à l'inscrire en IH dans l'angle droit, et l'on aura en HIK l'angle λ qui correspond à l'angle IMK = D.

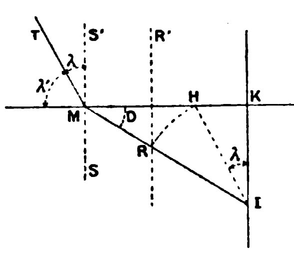


Fig. 5.

Si l'on appelle λ' le complément de λ, ou la colatitude, on aura entre λ' et D la relation

$$\sin\lambda' = \varepsilon \sin D,$$

analogue à celle qui lie entre eux les angles d'incidence et de réfraction lorsque la lumière passe d'un milieu à un autre, ε étant l'indice de réfraction relatif à ces deux milieux. Si donc on mène par le point M une droite SS', perpendiculaire à MK, puis une droite MI parallèle à IH, le contour brisé TMI, représentera la route d'un rayon de lumière, qui, venant tomber suivant TM sur la surface SS' séparative de deux milieux, s'y réfracterait suivant le chemin MI, plus rapproché de la normale MK; les angles que ce rayon fait avec la normale font connaître les valeurs correspondantes de la déclinaison et de la colatitude.

Revenons à l'équation

$$\rho = h \cot D$$

qui définit, indépendamment de la latitude, le rayon de courbure de la courbe d'ombre en son sommet. Il en résulte que les diverses courbes d'ombre de piquets de même hauteur, plantés verticalement en divers points d'un même méridien, ont, au midi vrai, la même courbure et que l'observation de la courbe aux environs du midi vrai suffit pour faire connaître la déclinaison du soleil.

Ce théorème peut être démontré géométriquement. On en déduit ensuite diverses propriétés du triangle.

Soit (fig. 6) A le sommet d'un cône de révolution dont l'axe est la droite AF, et dont le demi-angle de sommet est égal à 90° — D. Du point A comme centre avec un rayon arbitraire OA $= h$, décrivons une sphère, à laquelle nous mènerons un plan tangent OBC perpendiculairement au plan méridien BAC du cône. L'intersection sera une courbe du second ordre dont les points B et C seront les sommets. Cherchons la courbure au point C, par exemple.

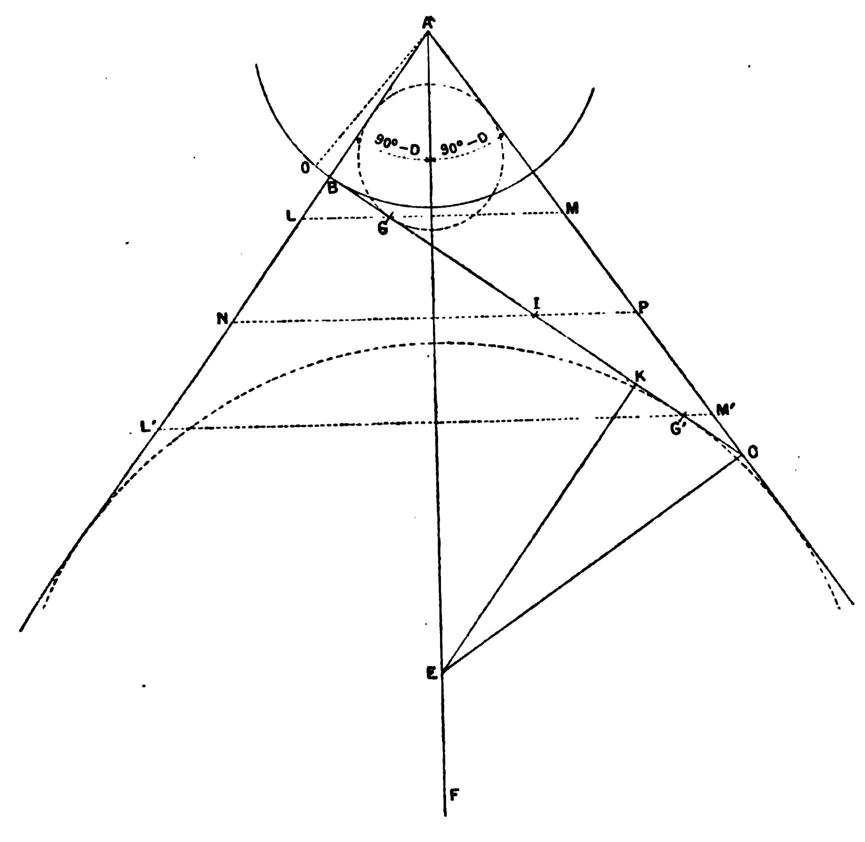


Fig. 6.

Les sections principales de la surface conique au point C sont la génératrice AC et la section faite par un plan normal tangentiellement au parallèle. Cette section a pour rayon de courbure la portion EC de normale comprise entre la génératrice et l'axe de la surface. Le rayon de courbure de la section oblique CB s'obtient, d'après le théorème de Meusnier, en projetant E en K; CK est le rayon cherché. Or, le triangle CEK est semblable au triangle COA, car les côtés CE, EK, KC sont respectivement perpendiculaires aux côtés AC, CO, OA.

Donc on a la proportion

$$\frac{KC}{OA} = \frac{CE}{AC} = \text{tang}\,(90^\circ - D) = \cot D,$$

d'où

$$KC = \rho = OA \cot D.$$

Il est aisé de reconnaître que OA représente la hauteur constante h du bâton portant ombre, que AF est l'axe du monde et D la déclinaison, complément de l'angle CAF.

Inscrivons une sphère dans le cône, tangente au plan BC ; les points de contact de la sphère avec le plan sont les foyers G et G′ de la courbe d'intersection. On peut rapprocher cette remarque du théorème qu'on vient d'établir, et des propriétés connues des sections coniques. Menons les droites LM, L′M′, perpendiculaires à AE par les points G et G′; on obtient la relation

$$LG \times GM = LG' \times G'M' = h^2 \cot D\,;$$

et si l'on fait passer de même par le point I, milieu de BC, une perpendiculaire à Af, on aura

$$IN \times IP = h \cot D \times BI.$$

En d'autres termes, les produits $LG \times GM$, et $\frac{IN \times IP}{BI}$ sont constants, quelle que soit la tangente BC au cercle de rayon OA.

La mesure de la déclinaison du soleil peut se faire, d'après l'équation

$$\lambda = \frac{h}{\text{tang}\, D},$$

en déterminant le rayon de courbure de la courbe d'ombre en son sommet, c'est-à-dire à midi juste. Mais cette détermination suppose que la déclinaison cherchée ne varie pas pendant qu'on relève l'arc de courbe qui sert à définir le rayon de courbure. Aux solstices, elle varie d'une manière insensible; mais, à toute autre époque, la variation de la déclinaison est appréciable; elle s'élève, au moment des équinoxes, à vingt-quatre minutes en vingt-quatre heures, soit à une minute par heure; c'est la plus grande valeur qu'elle puisse prendre.

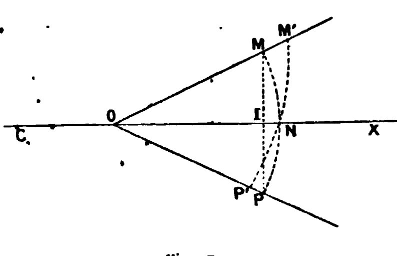


Fig. 7.

Cherchons donc à corriger l'influence de la variation de la déclinaison, en supposant qu'on commence l'observation un peu avant midi et qu'on la termine un peu après, midi formant la moyenne du temps qu'elle dure. Soient O (fig. 7) la pro-

jection du piquet vertical, OX la méridienne dirigée vers le nord et M, N, P trois positions successives qu'occuperait l'extrémité de l'ombre, si la déclinaison du soleil conservait la valeur D_0 qu'elle a au midi vrai, lorsque l'ombre aboutit en N. Soient M′, N, P′, les positions effectives de l'extrémité de l'ombre, positions qui résultent de la variation de la déclinaison. Nous prendrons égaux les angles M′ON, NOP′, de manière à correspondre à des temps égaux pour le passage de l'ombre de M′ en N et de N en P′.

Rapportons la courbe MNP à des coordonnées polaires, en appelant α l'angle polaire MOX, et r le rayon vecteur correspondant. On aura

$$\frac{y}{x} = \operatorname{tang} \alpha, \quad x^2 + y^2 = r^2, \quad x = r \cos \alpha,$$

et l'équation

$$\sin D = \frac{h \sin \lambda - x \cos \lambda}{\sqrt{h^2 + x^2 + y^2}}$$

deviendra en coordonnées polaires

$$\sin D = \frac{h \sin \lambda - r \cos \alpha \cos \lambda}{\sqrt{h^2 + r^2}}.$$

Considérons dans cette équation D comme variable, ce qui transforme la courbe MNP en la courbe M′NP′, et cherchons la relation qui lie entre elles les variations simultanées de D et de r, l'angle α restant le même. Ces variations étant très petites, on peut les assimiler à des différentielles et il viendra, en différentiant l'équation sans faire varier α,

$$\cos D\, \delta D = - \frac{h(h \cos \alpha \cos \lambda + r \sin \lambda)\delta r}{(h^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}},$$

d'où l'on déduit

$$\delta r = - \frac{\cos D\, \delta D (h^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}}{h(h \cos \alpha \cos \lambda + r \sin \lambda)},$$

équation qui fait connaître la variation de la longueur de l'ombre due à la variation de la déclinaison du soleil, c'est-à-dire les longueurs MM′ et PP′.

Nous admettrons que les valeurs de la déclinaison, aux époques définies par les ombres M′ et P′, soient respectivement égales à $D_0 - \delta D$ et à $D_0 + \delta D$, de sorte que $2\delta D$ soit la variation totale de la déclinaison pendant la durée de l'observation. Le produit

$$\cos D\, \delta D = \cos (D_0 \mp \delta D)\, \delta D = \cos D_0\, \delta D \pm \sin D_0\, (\delta D)^2$$

se réduit à $\cos D_0 \delta D$ par la suppression du terme qui contient en facteur le carré $(\delta D)^2$. On peut donc, au degré d'approximation que nous adoptons, supposer constant le facteur cos D pour le calcul de δr.

Lorsque D est constant, r varie infiniment peu pour un petit angle α, puisque le point N est le sommet de la courbe MNP ; et r se retrouve le même dans les deux azimuts symétriques OM et OP. Si donc, on donne à l'angle polaire deux valeurs très petites, égales au signe près, α et $-\alpha$, cos α et r se retrouvent les mêmes pour ces deux valeurs et, par suite, la variation δr est aussi la même pour les points M et P. En d'autres termes, on a approximativement $MM' = PP'$.

Il suffit donc, pour corriger la courbe effective M'NP', de prendre la moyenne des deux rayons OM', OP' et de la porter de O en M et de O en P. Les points M, N, P seront des points de la courbe d'ombre corrigée. La corde MP fait connaître la flèche NI et on a pour la valeur approchée du rayon de courbure au point N

$$\rho = \frac{\overline{MI}^2}{2NI}$$

Les corrections des points M' et P' sont, du reste, toujours très petites. A la latitude de 45° et à l'époque de l'équinoxe, le piquet ayant une hauteur égale à un mètre et l'observation durant vingt minutes, la variation δr n'atteindrait pas un dixième de millimètre.

Pour évaluer la latitude, il suffit de mesurer l'angle NAO (fig. 8) que fait, à midi juste, la droite AN avec la verticale. On a, en effet, $NAO = \lambda - D$, équation qui fait connaître λ dès que D est déterminé. Cet angle NAO est très facile à obtenir sur le plan horizontal. Prenons $OA' = OA$ sur l'axe OY tangent au parallèle. On aura $NA'O = NAO$, de sorte que l'angle $\lambda - D$ sera donné sur le plan horizontal par l'ombre A'N de la droite AN', inclinée à 45° dans le plan vertical est-ouest.

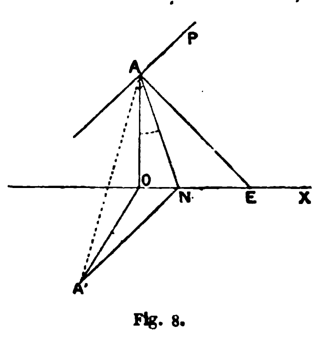


Fig. 8.

Si l'on place une équerre isoscèle dans ce plan vertical, l'hypoténuse portant sur le plan horizontal, on aura l'angle cherché $\lambda - D$, dans l'angle formé par l'ombre de cette équerre au midi vrai.

On remarquera aussi que l'installation en un point du globe d'une équerre isoscèle dans le plan vertical qui va de l'ouest à l'est, posée sur son hypoténuse horizontale, fournit un appareil très simple, qui donne à vue le jour de l'année, l'observation étant faite au midi vrai.

Soit A'A'' (fig. 9) l'hypoténuse de l'équerre isoscèle, double de sa hauteur. Le sommet sera projeté en O sur le plan horizontal. Formons en OA'E, OA''E, des angles égaux à la latitude du lieu, λ ; puis de chaque côté de ces lignes moyennes, portons des rayons A'S, A'S', A''S, A''S', faisant avec elles des angles égaux à la plus grande valeur de la déclinaison. Deux arcs gradué

pq, $p'q'$, ayant sur les droites A'E, A"E les zéros de leurs graduations, permettront d'évaluer les angles NA'E, NA"E, des lignes d'ombre A'N, A"N, avec les lignes moyennes. Ces angles sont égaux à la déclinaison du soleil. On pourra graduer les arcs pq, $p'q'$, en inscrivant, non pas les degrés et minutes de la déclinaison, mais les époques de l'année correspondantes. L'observation faite à midi juste permettra donc de lire l'époque de l'année. Ainsi l'ombre en A'S correspond au solstice d'hiver, l'ombre A'E aux équinoxes, l'ombre A'S' au solstice d'été. On pourrait se contenter d'une des moitiés de la figure, en supprimant, par exemple, tout ce qui est au-dessus du méridien OX. Mais il est préférable de conserver la figure entière. Elle

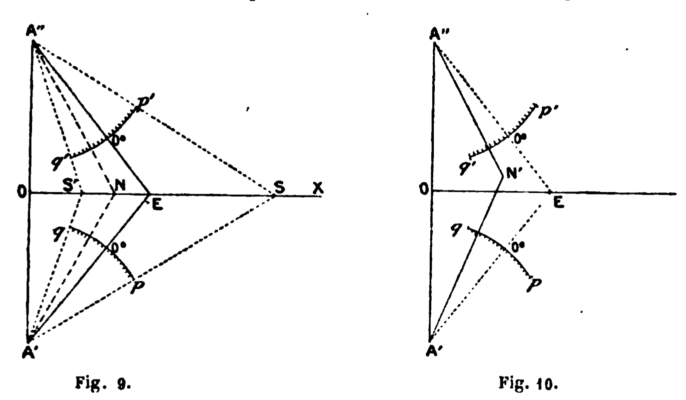


Fig. 9. Fig. 10.

permettra de faire l'observation aux environs du midi vrai, au lieu du midi tout à fait exact. Le sommet du triangle d'ombre N' (fig. 10) n'est plus alors sur le méridien, mais il en est voisin, et les deux lignes A'N', A"N' donnent sur les arcs gradués deux époques différentes, dont l'une est antérieure, l'autre postérieure à l'époque cherchée. On trouvera donc une valeur approximative de l'époque demandée en prenant la moyenne entre ces deux indications.

PROBLÈME DES TROIS PIQUETS.

On plante sur un même plan horizontal, aux sommets d'un triangle ABC (fig. 11), trois piquets dont les hauteurs respectives au-dessus du plan horizontal sont désignées par α, β et γ. Les côtés du triangle seront représentés par les lettres a, b, c. A un certain jour de l'année, l'extrémité de l'ombre du piquet A sur le plan horizontal vient passer par les points B et C; de même l'extrémité de l'ombre du piquet B passe, ce même jour, par les points A et C, et l'extrémité de l'ombre du piquet C passe par les points A et B. On demande le lieu et l'époque de l'observation, ou, en d'autres termes, on demande la latitude

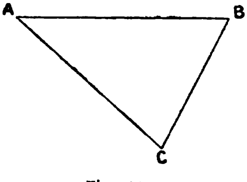


Fig. 11.

du lieu et la déclinaison du soleil, qu'on supposera constante pendant la journée.

L'extrémité de l'ombre d'un piquet vertical décrit sur le plan horizontal pendant la journée une conique, dont l'axe passe par le pied du piquet et est dirigé suivant la méridienne du lieu. Si l'on fait varier la hauteur du piquet, la conique varie en restant semblable à elle-même, tous les rayons vecteurs émanant du pied du piquet variant dans le même rapport. Si l'on déplace le piquet d'une certaine quantité sans changer sa hauteur, la courbe d'ombre est transportée parallèlement à elle-même de la même quantité. Ces remarques vont nous servir à réduire les trois piquets à un seul, de hauteur arbitraire h.

Soit $AA' = \alpha$ la hauteur du piquet planté au point A (fig. 12). Si on la réduit à $AH = h$, l'ombre du piquet AA', qui, à un certain instant de la journée, atteignait le point B, par hypothèse, se terminera en B' pour le piquet AH, et on aura

$$AB' = AB \times \frac{AH}{AA'} = c\,\frac{h}{\alpha}.$$

Faisons la même opération pour les trois piquets, combinés chacun avec les deux sommets que l'ombre doit atteindre. Nous aurons, en défi-

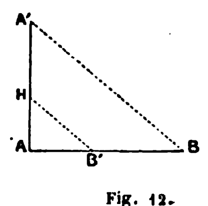


Fig. 12.

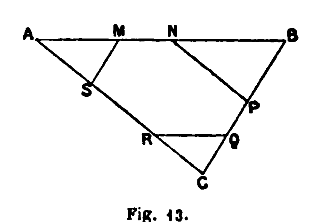


Fig. 13.

nitive, déterminé six points sur les côtés du triangle, par les relations

$$AM = \frac{ch}{\alpha}, \qquad AS = \frac{bh}{\alpha},$$

$$BN = \frac{ch}{\beta}, \qquad BP = \frac{ah}{\beta},$$

$$CQ = \frac{ah}{\gamma}, \qquad CR = \frac{bh}{\gamma};$$

les droites MS, NP, QR sont respectivement parallèles aux côtés du triangle donné (fig. 13).

Nous avons substitué de cette manière aux piquets inégaux A, B, C trois piquets plantés aux mêmes points, mais ayant la même hauteur h. Les courbes d'ombre de ces trois piquets sont, par conséquent, des courbes égales et parallèles et, si l'on transporte les trois piquets en un même point O, ces trois courbes, entraînées avec eux, se fondront en une seule

et même courbe. Dans ce mouvement, les segments AM, BN, BP, CQ, CR, AS se transportent aussi parallèlement à eux-mêmes et viennent former, autour du point O, une étoile à six rayons, en ligne droite deux à deux, et dans laquelle les droites M'S', N'P', R'Q' sont respectivement parallèles aux côtés BC, CA, AB du triangle donné (fig. 14). Les six points M', S', N', P', R', Q' appartiennent à la courbe d'ombre du piquet de hauteur h placé en O. Ces six points doivent donc se trouver sur une

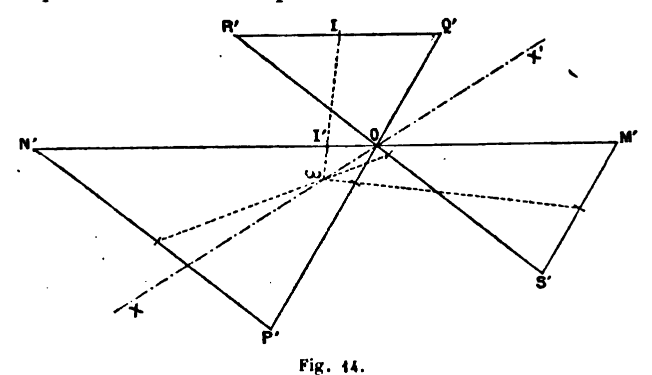


Fig. 14.

courbe du second ordre et l'axe de cette courbe doit passer au point O. Si ces conditions ne sont pas satisfaites, le problème est impossible.

La première condition est toujours remplie. Le polygone fermé R'Q'P'N'M'S'R' est, en effet, un hexagone, dans lequel les côtés pris de quatre en quatre sont parallèles, c'est-à-dire se coupent deux à deux sur la droite de l'infini. La conique qui passe par les cinq sommets R', Q', P', N', M', passe donc par le sixième S', en vertu du théorème de Pascal. On reconnaît également que, si l'on mène des parallèles aux trois côtés d'un triangle, les six points de rencontre de ces parallèles avec les côtés du triangle sont situés sur une courbe du second ordre, et que, si deux angles, abc, def, inscrits dans une même conique, ont leurs côtés parallèles deux à deux, ab à de et bc à ef, les cordes af et cd, qui achèvent l'hexagone inscrit, sont aussi parallèles.

Reste la seconde condition. Pour voir si elle est satisfaite, observons que les droites R'Q' et M'N' forment dans la conique deux cordes parallèles. Si l'on joint leurs milieux, I et I', on aura un diamètre de la courbe. On aura d'autres diamètres en joignant les milieux des cordes N'P' et R'S' et des cordes M'S' et P'Q'. Ces trois diamètres se rencontreront en un même point ω, centre de la conique; et si l'on joint ωO, on aura l'axe XX' de la courbe. Le problème n'a de solution qu'autant que a droite ωO est l'axe de la conique qui passe par les six points M', S',... Q'.

Cette conique peut être tracée. Une fois le tracé fait et la vérification

opérée au sujet de l'axe ωO, on pourra déterminer la latitude, au moyen de la sous-normale, et la déclinaison, à l'aide du rayon de courbure de la courbe au sommet. Le problème sera résolu.

Cherchons à résoudre le problème inverse.

Étant donnée une courbe de second ordre, courbe d'ombre d'un piquet vertical de hauteur h, en un lieu déterminé du globe et à une époque déterminée de l'année, proposons-nous de mener par le point O (fig. 15), pied du piquet, trois cordes telles, que les trois triangles obtenus autour du point O, en joignant deux à deux les extrémités de ces cordes, soient semblables.

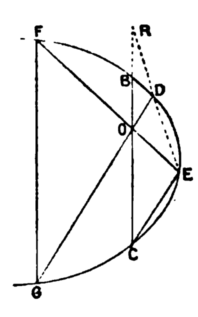


Fig. 15.

Soit O un point pris dans le plan d'une section conique. On demande de faire passer par ce point trois cordes

$$BC, \quad DG, \quad EF,$$

telles que les cordes

$$GF, \quad EC, \quad BD,$$

obtenues en joignant les extrémités des premières, leur soient respectivement parallèles.

Nous avons remarqué plus haut que, si deux angles abc, def, inscrits dans une même conique, ont leurs côtés respectivement parallèles, les cordes af, cd sont aussi parallèles. Il en résulte immédiatement que, si BD et FE sont parallèles, ainsi que EC et DG, les deux cordes BC et FG sont aussi parallèles, de sorte qu'il suffit de résoudre le problème pour deux groupes de cordes; la condition, satisfaite pour ces deux groupes, sera ainsi remplie à l'égard du troisième.

Prenons arbitrairement la corde BC. Joignons DE et prolongeons cette droite jusqu'à la rencontre en R avec la corde BC. On aura, à cause des parallèles BD et OE, OD et CE,

$$\frac{RD}{RE}=\frac{RB}{RO}=\frac{RO}{RC}.$$

Donc $\overline{RO}^2 = RB \times RC$, équation qui fixe sur la droite BC la position du point R. Posons $RO = x$, $OB = a$, $OC = b$; il viendra

$$x^2 = (x - a)(x + b),$$

équation qui donne

$$x = \frac{ab}{b - a}.$$

On connaît donc le point R. Le rapport $\frac{\mathrm{RD}}{\mathrm{RE}}$ est en outre déterminé; il est égal à $\frac{x-a}{x}=\frac{a}{b}$.

Il suffit donc de construire le lieu des points D déduits des points E par la condition que le rapport $\frac{\mathrm{RD}}{\mathrm{RE}}$ soit égal à $\frac{a}{b}=\frac{\mathrm{OB}}{\mathrm{OC}}$, c'est-à-dire une conique homothétique à la conique donnée, avec R pour centre de similitude et $\frac{a}{b}$ pour rapport des rayons vecteurs; connaissant le point D, tout le reste du tracé s'en déduit.

Le triangle BOD, ou tout autre triangle semblable, aura cette propriété qu'on pourra planter en ses sommets des piquets de hauteurs telles, que l'ombre de chacun passe par les pieds des deux autres, pourvu que la conique soit la courbe d'ombre d'un piquet planté en O sur l'axe de la courbe.

Le lieu du point R, quand on fait pivoter autour du point O la corde arbitraire BC, est une ligne droite.

Rapportons, en effet, la courbe à deux axes rectangulaires menés par le point O. Soit

$$\mathrm{A}y^2+\mathrm{B}xy+\mathrm{C}x^2+\mathrm{E}y+\mathrm{F}x+\mathrm{H}=0,$$

son équation en coordonnées rectangles; elle prend en coordonnées polaires la forme

$$r^2(\mathrm{A}\sin^2\theta+\mathrm{B}\sin\theta\cos\theta+\mathrm{C}\cos^2\theta)+r(\mathrm{E}\sin\theta+\mathrm{F}\cos\theta)+\mathrm{H}=0.$$

Pour une valeur donnée de l'angle θ, on obtient, en résolvant cette équation, deux valeurs de r, savoir

$$r=a=\mathrm{OB},\qquad r=-\mathrm{OC}=-b.$$

La somme des deux racines est

$$a-b=-\frac{\mathrm{E}\sin\theta+\mathrm{F}\cos\theta}{\mathrm{A}\sin^2\theta+\mathrm{B}\sin\theta\cos\theta+\mathrm{C}\cos^2\theta},$$

et le produit des deux racines est

$$-ab=\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{A}\sin^2\theta+\mathrm{B}\sin\theta\cos\theta+\mathrm{C}\cos^2\theta}.$$

Donc, en appelant r' le rayon vecteur OR du point R, on aura

$$r'=\frac{ab}{a-b}=\frac{-\mathrm{H}}{\mathrm{E}\sin\theta+\mathrm{F}\cos\theta},$$

ou bien, en revenant aux coordonnées rectangles,

$$\mathrm{E}y+\mathrm{F}x+\mathrm{H}=0,$$

ce qui est l'équation d'une droite. La droite,

$$Ey + Fx + 2H = 0,$$

étant la polaire du point O par rapport à la conique, la droite lieu du point R lui est parallèle, et partage en deux parties égales la distance de la polaire au pôle.

Si l'on applique ce résultat à la courbe d'ombre, on fera

$$E = 0, \quad F = 2h \sin\lambda \cos\lambda, \quad H = (\sin^2 D - \sin^2 \lambda)\, h^2,$$

et le lieu du point R aura pour équation

$$x = \frac{\sin(\lambda - D)\sin(\lambda + D)}{\sin 2\lambda}\, h;$$

le lieu est une droite perpendiculaire à la méridienne.

Comme solution particulière, on peut prendre le point R à l'infini, ce qui revient à mener la corde BC perpendiculairement à l'axe de la conique. Les points D et E s'obtiendront alors en élevant des perpendiculaires au milieu des segments OB, OC. Cette solution symétrique est celle qui a été appliquée dans la planche jointe au présent mémoire, et qui est établie pour la latitude de Paris et l'époque du solstice d'été.

En résumé, on peut former d'une infinité de manières un triangle portant en ses sommets trois piquets verticaux de hauteurs déterminées, disposés de telle sorte, qu'à un certain jour de l'année, l'extrémité de l'ombre de chaque piquet passe par les pieds des deux autres. Ce triangle et les hauteurs des piquets définissent à la fois la latitude du lieu, la déclinaison du soleil et la direction de la méridienne. On peut ajouter que les six droites, qui joignent les pieds de chaque piquet à l'extrémité supérieure des deux autres, vont percer la sphère céleste en six points situés sur un même cercle, parallèle à l'équateur.

M. LAISANT

Docteur ès sciences, à Paris.

NOTE SUR LA SOMME DES p PREMIERS COEFFICIENTS DU DÉVELOPPEMENT $(x+y)^n$

— *Séance du 31 mars 1888* —

Il semble peu probable qu'il existe une formule simple donnant la somme des p premiers coefficients du développement $(x+y)^n$. Mais la formation de cette somme, pour toutes les valeurs de n et de p, permet quelques remarques dignes d'un certain intérêt.

Soit $u_{n,p}$ la somme en question. Si :

$$a_1=1, a_2, \ldots\ldots a_p$$

sont les p premiers coefficients des termes du développement de $(x+y)^{n-1}$, nous savons que les coefficients du développement de $(x+y)^n$ seront :

$$a_1=1,\ a_1+a_2,\ a_2+a_3, \ldots\ldots a_{p-1}+a\ .$$

Donc :

$$u_{n,p}=(a_1+a_2+\ldots\ldots+a_{p-1})+(a_1+a_2+\ldots\ldots+a_p).$$
$$=u_{n-1,p-1}+u_{n-1,p}.$$

Ainsi la loi de double récurrence est exactement la même pour les sommes $u_{n,p}$ que pour les coefficients eux-mêmes. Ce sont les conditions initiales seules qui changent. C'est ce qu'il est facile de faire ressortir par la construction d'une sorte de triangle arithmétique, ou plutôt d'échiquier arithmétique, donnant les valeurs $u_{n,p}$, par comparaison avec celles du triangle arithmétique de Pascal. Ce dernier peut en effet s'obtenir en écrivant comme première ligne 1,0,0,0,0,..... et comme première colonne l'unité répétée indéfiniment, tandis que pour l'échiquier donnant $u_{n,p}$ on écrira comme première ligne 1,1,1,1,.... Dans les deux cas, on écrira au-dessous de chaque nombre, pour former le tableau, la somme de ce nombre et de celui qui le précède immédiatement à gauche.

Nous donnons ici les deux tableaux en question construits pour les premières valeurs de n :

TRIANGLE ARITHMÉTIQUE DE PASCAL

$p=$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$n=$ 0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	4	6	4	1	0	0	0	0	0	0
5	1	5	10	10	5	1	0	0	0	0	0
6	1	6	15	20	15	6	1	0	0	0	0
7	1	7	21	35	35	21	7	1	0	0	0
8	1	8	28	56	70	56	28	8	1	0	0
9	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	0
10	1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1

ÉCHIQUIER DONNANT $u_{n,p}$

$p=$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$n=$ 0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	1	4	7	8	8	8	8	8	8	8	8
4	1	5	11	15	16	16	16	16	16	16	16
5	1	6	16	26	31	32	32	32	32	32	32
6	1	7	22	42	57	63	64	64	64	64	64
7	1	8	29	66	99	120	127	128	128	128	128
8	1	9	37	95	165	219	247	255	256	256	256
9	1	10	46	132	260	384	466	502	511	512	512
10	1	11	56	178	392	644	850	968	1013	1023	1024

L'inspection seule de ce dernier échiquier permet de vérifier (chose d'ailleurs évidente) que $u_{n,p}$ est égal à 2^n chaque fois que p est égal ou supérieur à $n+1$.

On voit en outre que, si l'on se donne la valeur de p et si l'on considère n comme variable, $u_{n,p}$ devient une fonction de n qui, pour les valeurs,

$$0,\ 1,\ 2, \ldots\ldots p-1,$$

de la variable, prend respectivement les valeurs :

$$1,\ 2,\ 2^2, \ldots\ldots 2^{p-1}.$$

Mais, par définition même, on a :

$$(1)\quad u_{n,p} = 1 + n + \frac{n(n-1)}{2!} + \ldots\ldots + \frac{n(n-1)\ldots\ldots(n-p+2)}{(p-1)!}.$$

La fonction $u_{n,p}$ est donc entière et du degré $p-1$ par rapport à n. Par conséquent, elle se trouve totalement déterminée par les p valeurs que nous avons écrites ci-dessus, et la question est uniquement ramenée à un problème d'interpolation.

Il est facile de reconnaître que la formule de définition (1) n'est autre que le résultat de l'application de la formule de Newton, car les différences successives de la série :

$$(v)\qquad 1,\ 2,\ 2^2,\ 2^3, \ldots\ldots 2^{p-1}$$

conduisent précisément à $\Delta^k v_0 = 1$.

Si, au lieu de la formule de Newton, nous employons celle de Lagrange, nous trouvons :

$$(2) \qquad u_{n,p} = n(n-1)\ldots(n-p+1)\left[\frac{2^{p-1}}{(p-1)!\,(n-p+1)}\right.$$
$$-\frac{2^{p-2}}{1!\,(p-2)!\,(n-p+2)}+\frac{2^{p-3}}{2!\,(p-3)!\,(n-p+3)}-\ldots$$
$$\left.\ldots\ldots\pm\frac{2}{(p-2)!\,1!\,(n-1)}\mp\frac{1}{(p-1)!\,n}\right],$$

expression nouvelle de la somme demandée. Le nombre des termes et, par conséquent, le signe du dernier terme dépendent évidemment de la parité de p.

La comparaison des seconds membres des relations (1) (2) donne une identité dont la démonstration directe ne serait peut-être pas aussi simple.

M. Em. LEMOINE

Ancien Élève de l'École Polytechnique.

DE LA MESURE DE LA SIMPLICITÉ DANS LES SCIENCES MATHÉMATIQUES

— Séance du 2 avril 1888 —

Une vérité mathématique, une proposition prise en soi, n'est ni simple ni compliquée; elle est. Ce qui nous la fait paraître simple ou compliquée, c'est le chemin que notre esprit a dû parcourir pour arriver à sa connaissance. Si le chemin est court, nous disons que la proposition est simple; s'il est long, qu'elle est compliquée.

Celui qui cherche de nouvelles propositions, c'est-à-dire qui cherche à énoncer des vérités mathématiques non encore mises en lumière, ne s'occupe guère, pendant la recherche, de la nature ni de la longueur du chemin qu'il parcourt, pourvu qu'il arrive; plus tard, lui ou d'autres sauront aplanir la route et trouveront les raccourcis.

Dans l'*exposition didactique de la science*, au contraire, la nature et la brièveté des routes suivies prennent une importance primordiale, et,— puisqu'il n'y a pas évidemment à parler de la rigueur qui n'a pas de degrés, qui est ou qui n'est pas et sans laquelle une démonstration n'existe point, — les commentaires sur un ouvrage, l'examen d'une méthode, l'appréciation

de la valeur d'un théorème se font avec un très petit nombre de mots : *simple*, *bien ordonné*, *ingénieux*, *élégant*; je ne parle pas, bien entendu, des appréciations se rapportant au style : *la clarté*, *la concision*, *l'exposition*, etc.

En allant au fond des choses, il semble que ces mots doivent même se réduire à deux : *simple*, *ingénieux*; je pourrai presque dire à un seul : *simple*.

L'*élégance* d'une démonstration est, en effet, tout à fait contingente ; telle démonstration, qui devait être regardée comme fort élégante au temps d'Euclide ou même au temps de notre jeunesse, ne pourrait plus aujourd'hui recevoir cette qualification, puisque l'élégance, comme on l'entend généralement en mathématiques, impliquant seulement la simplicité et l'*inattendu*, à mesure que la science étend le nombre des vérités qu'elle embrasse, les rapports cachés qui lient des propositions très différentes prennent de l'évidence, l'inattendu disparaît, la simplicité reste seule (*).

De même, une exposition bien *ordonnée* doit être simple ; une exposition simple ne peut être que bien ordonnée et la mieux ordonnée est la plus simple possible.

La *mathématique* étant par essence la science de la *mesure* et des *rapports*, il est tout naturel de chercher à évaluer tout ce qui, dans ce qui se rapporte à elle, en est susceptible.

Or, si le plus ou moins d'*ingéniosité* d'une démonstration est apprécié par une suite d'opérations complexes de l'esprit s'exerçant par des comparaisons avec les sujets qui lui sont familiers — et cela n'est pas mesurable — la *simplicité* d'une démonstration résulte, au contraire, du *nombre* fini et déterminé de syllogismes qui ont servi à l'établir ; aussi la considération de ce nombre doit pouvoir servir à une sorte de mesure ou d'évaluation de cette *simplicité*, c'est ce que nous allons chercher à démontrer.

Toute science mathématique s'appuie sur un petit nombre de vérités expérimentales irréductibles entre elles, admises sans démonstration, et emploie, en outre, dès les premiers pas, des *notions élémentaires* qui s'imposent à l'esprit ; il n'y a pas à s'occuper, ici, de savoir si elles sont *nécessaires*, si elles sont *objectives* ou *subjectives*, etc., pas plus que d'entrer dans la discussion des définitions ; cela n'est pas indispensable à notre étude ; ainsi, par exemple, en géométrie, nous nous servirons des mots : point, ligne, surface, volume, ligne droite, plan, angle, etc. ; des idées de continuité, de limite, etc., sans nous livrer à l'examen philosophique y relatif, puisque les conclusions que nous avons en vue s'appliqueront, quel que soit le résultat de cet examen.

(*) M. Paul Janet (*Traité élémentaire de philosophie*, page 479) définit ainsi l'élégance : « L'élégance consiste à démontrer d'une manière facile une vérité difficile. » Je ne vois pas bien ce que cela veut dire, car une vérité n'est ni facile ni difficile ; elle est : mais, s'il s'agit de la difficulté ou de la longueur du chemin parcouru pour y parvenir, on voit que M. Janet résout aussi l'élégance en simplicité.

Soient A, B, C, etc., les *vérités expérimentales* et les *notions élémentaires* admises à la base d'une science mathématique déterminée.

Tous les théorèmes qui constituent cette science se déduiront de A, B, C par voie syllogistique, les syllogismes s'appliquant à certains objets mathématiques définis (*).

Les théorèmes qui dépendent de A, B, C, etc. seuls, sont dits du premier ordre, ceux qui ne dépendent que de A, B, C, etc., et de ceux du premier ordre; sont dits du deuxième ordre, etc.; ceux qui ne dépendent que de A, B, C, etc., et de ceux des n premiers ordres, sont dits du $n+1^{\text{ième}}$ ordre.

Dans l'exposition de l'ensemble d'une science, nous dirons que la simplicité *absolue* d'une proposition ne dépend que de son ordre et que sa simplicité *relative* dépend, quel que soit son ordre, du nombre d'éléments syllogistiques qu'il a fallu pour l'établir, en comptant alors, comme on le ferait d'une *notion élémentaire* ou d'un fait expérimental, tout théorème précédemment démontré. Il est évident que l'on peut déduire de là un moyen d'apprécier la valeur didactique des méthodes employées pour l'exposition d'une science mathématique et, jusqu'à un certain point, une sorte d'échelle d'avancement de cette science.

La valeur didactique peut même se juger à un double point de vue, soit qu'il s'agisse de comparer deux ouvrages exposant une même partie de la science en employant la même méthode fondamentale, soit qu'il s'agisse de comparer les méthodes elles-mêmes. Nous serons dans le premier cas, par exemple, si nous voulons juger deux géométries élémentaires, dont les auteurs suivent tous les deux l'ordre général adopté par Legendre ou tous les deux, l'ordre euclidien; nous serons dans le second cas, si nous comparons la simplicité du même corps de doctrine exposé différemment: par exemple, les éléments de géométrie exposés par la méthode de Legendre avec les éléments de géométrie exposés par celle d'Euclide.

PREMIER CAS :

Je prends dans les deux ouvrages toutes les propositions communes et celles qui, n'étant que dans l'un deux, serviraient dans celui-là à établir une proposition commune, et je néglige tout le reste.

Pour chaque proposition, je note son *ordre* ou sa *simplicité absolue*, que j'appelle S_A, et sa *simplicité relative*, S_R, et je fais pour chacun des ouvrages les sommes $\sum S_A$, $\sum S_R$.

Remarquons, du reste, que, dans l'appréciation de la valeur de ces ouvrages il y a à tenir compte d'autre chose que de la grandeur de ces sommes: par exemple, de la clarté, de la concision, etc., mais elle n'en est pas moins un élément positif très utile à considérer, toutes choses égales d'ailleurs.

(*) Ces objets mathématiques sont des êtres de raison : point, ligne droite, force, etc.

DEUXIÈME CAS :

Dans les deux ouvrages que je suppose représenter chacun le meilleur type de la méthode adoptée, je prends encore les propositions de la même façon que dans le premier cas et, pour chaque proposition, je note la simplicité relative S_R. Il est clair que celle des deux méthodes pour laquelle $\sum S_R$ sera la plus petite est la méthode didactiquement préférable.

S'il se présente un problème à résoudre, la solution appartiendra au $n^{ième}$ ordre, si n est l'ordre le plus élevé des propositions sur lesquelles elle s'appuie, et sa simplicité relative dépendra du nombre de syllogismes nécessaire pour arriver à en démontrer l'exactitude.

Tout cela est théoriquement fort simple d'une façon générale, l'application n'est cependant pas sans présenter quelques difficultés, car il faut réduire chaque théorème à la forme classique du syllogisme simple, du sorite, du polysyllogisme, et ce n'est pas ainsi que semble procéder le langage mathématique.

Prenons pour exemple le premier théorème de la géométrie (ordre de Legendre). Voici la démonstration textuelle que nous trouvons dans le *Traité de géométrie élémentaire* de MM. Rouché et de Comberousse, cinquième édition, 1883 :

Par un point A, *pris sur une droite* DC, *on peut toujours élever une perpendiculaire* AB *sur cette droite et on ne peut en élever qu'une.*

En effet, supposons qu'une droite AE (fig. 1), d'abord appliquée sur AC, tourne autour du point A dans le sens de la flèche. L'angle EAC, nul au début, croîtra constamment, tandis que l'angle adjacent EAD diminuera sans cesse et finira par s'annuler, lorsque la droite viendra s'appliquer sur AD. Donc l'angle EAC, d'abord inférieur à l'angle EAD, différera de moins en moins de cet angle, lui deviendra égal, puis le surpassera de plus en plus. D'après cela, parmi les positions successives de la droite AE, il y en aura une, et une seule, AB, pour laquelle les angles adjacents BAC, BAD seront égaux, c'est-à-dire pour laquelle cette droite sera perpendiculaire sur DC.

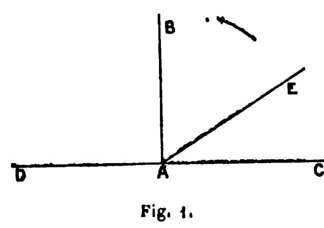


Fig. 1.

Voici cette démonstration mise sous forme syllogistique.

J'imagine une droite AE d'abord appliquée sur AC et je suppose que cette droite tourne autour du point A dans le sens de la flèche; je considère les deux angles EAC, EAD.

1re PRÉMISSE

Lorsque deux quantités ou grandeurs, qui varient — *en même temps d'une façon continue,* — sont telles que la première, partant de zéro, croît constam-

ment, tandis que la seconde décroît constamment et arrive à zéro, il y a toujours une valeur et une seule pour laquelle les deux quantités sont égales.

2e Prémisse

Les angles EAC, EAD sont deux grandeurs dans les conditions de ces deux quantités.

Conclusion

Il y a toujours une position AB de AE pour laquelle les deux angles seront égaux et cette position est unique. C. Q. F. D.

La démonstration précédente comprend, comme toutes les démonstrations géométriques, deux parties bien distinctes, que j'appelle P et P′.

Dans P, on *constate* ou l'on vérifie que les données se trouvent dans certaines conditions, après avoir fait certaines hypothèses ou certaines constructions auxiliaires.

Dans P′, ces conditions constatées, l'on se sert de prémisses desquelles on conclut le théorème cherché, soit par un syllogisme simple, soit par une suite de syllogismes.

En ramenant ainsi les démonstrations à la forme syllogistique, on voit d'une façon très claire quels sont les *objets* mathématiques dont il faut avoir les définitions et quelles sont les *notions élémentaires* que l'on admet, définitions et notions qui forment la base de la science.

Dans l'exemple que nous venons de traiter, la partie P montre qu'on admet une *définition* du *point*, de la *ligne droite*, de l'*angle* et que l'on a comme *notion élémentaire* l'idée de *mouvement* et celle de *continuité*.

La partie P′ est un simple syllogisme, dont le premier terme est une *notion élémentaire*: « Lorsque deux quantités, etc. ».

Cherchons maintenant quelle est la simplicité absolue et quelle est la simplicité relative de cette proposition.

Sa simplicité absolue ou son ordre est évidemment 1.

Nous avons dit (voir page 77) que la simplicité relative d'une proposition dépend du nombre d'*éléments syllogistiques* qu'il a fallu pour l'établir, mais nous ne pouvions pas encore préciser la façon d'évaluer ce nombre; les considérations qui précèdent vont nous en donner le moyen.

J'appelle *élément syllogistique* une quelconque des parties d'un syllogisme simple ou composé et aussi la constatation nécessaire pour ramener les données à entrer dans le syllogisme.

Dans l'exemple choisi, la partie P comptera pour un élément syllogistique, puisque c'est une simple constatation. La partie P′, qui est un syllogisme simple, comptera pour 3, puisque le syllogisme comprend trois éléments: deux prémisses et une conclusion.

La simplicité relative cherchée sera donc 4.

Mais les choses ne sont pas toujours aussi claires. La partie P peut exiger n syllogismes simples et n' sorites, comprenant le premier n_1, le deuxième n_2, le troisième n_3, etc., éléments syllogistiques nécessaires pour constater l'appropriation des données aux éléments syllogistiques de P'.

P compterait alors pour $1 + 3n + n_1 + n_2 + n_3 + \ldots\ldots$

P' peut être un sorite ou un polysyllogisme contenant N' éléments syllogistiques.

La simplicité relative cherchée de la proposition serait alors mesurée par le nombre :

$$N' + 1 + 3n + n_1 + n_2 + n_3 + \ldots\ldots$$

Les généralités qui précèdent m'ont semblé indispensables pour faire comprendre clairement la portée de l'*application*, que je veux essayer, d'une idée semblable aux constructions géométriques.

DE LA MESURE DE LA SIMPLICITÉ DES CONSTRUCTIONS

La solution graphique d'un problème peut s'obtenir le plus souvent de plusieurs manières et, à moins de circonstances particulières, il faut évidemment choisir la plus simple. Si ces constructions se réduisent au tracé de très peu de lignes, le choix entre elles est facile, puisque l'on voit sans difficultés celle qui en exige le moins; mais il n'en est pas toujours ainsi, d'autant plus que les constructions, dont l'énoncé se fait en peu de mots, sont souvent fort complexes (*). Nous pensons donc qu'il y a intérêt à *mesurer* le degré de la *simplicité* réelle des constructions, l'application *pratique* de cette recherche se trouvant, d'ailleurs, dans le tracé des épures, dans les questions de statique graphique, etc. Nous ne croyons pas que cette *mesure* précise de la simplicité ait été essayée jusqu'ici, et la chose a lieu de surprendre à cause de sa facilité.

Dans ce qui suit, nous ne nous occupons pas de la définition de la ligne abstraite, du point, etc. ; ainsi, pour nous, la ligne est le trait qui en est la représentation et le point est l'intersection de deux lignes ou la petite trace laissée sur le papier par la pointe d'un compas ; toute ligne étant, d'ailleurs, la juxtaposition de points.

Les épures se construisent ordinairement au moyen de la règle et du compas ; aussi, ce que nous allons étudier d'abord, c'est la simplicité d'une construction effectuée avec ces deux instruments.

Toutes les opérations à faire au moyen de la règle se réduisent à deux :

(*) Si, par exemple, on veut *construire la perpendiculaire abaissée du centre radical de trois circonférences sur leur axe de similitude externe*, ces quelques mots renferment évidemment l'indication d'une construction matérielle assez compliquée. Nous verrons plus loin que la simplicité de cette construction est représentée par le nombre 74.

1° Faire passer le bord de la règle par un point donné (opération R_1).

2° Tracer une ligne le long du bord de cette règle (opération R_2).

Ainsi la simplicité de la construction nécessaire pour faire passer une ligne droite par deux points donnés, sera $2R_1 + R_2$.

Toutes les opérations à faire au moyen du compas se réduisent à trois :

1° Mettre la pointe du compas en un point donné (opération C_1).

2° Mettre la pointe du compas en un point arbitraire d'une ligne donnée (opération C_2).

3° Tracer la circonférence (opération C_3).

Nous mesurerons donc la simplicité d'une construction par le nombre

$$n_1 R_1 + n_2 R_2 + n_3 C_1 + n_4 C_2 + n_5 C_3$$

des opérations élémentaires qu'elle exigera.

Observons que nous comptons tout arc de cercle tracé, quelque petit que soit cet arc, comme si la circonférence était tracée toute entière ; de même, nous ne tiendrons pas compte de la longueur de la partie tracée d'une droite.

Si nous admettons à chacune de ces cinq opérations une importance égale, c'est-à-dire si nous les considérons comme équivalentes, et ayant chacune 1 pour simplicité, la mesure d'une construction s'exprimera par le seul nombre :

$$n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5.$$

Si l'on contestait l'équivalence de ces opérations, on pourrait exprimer par des coefficients, que déterminerait une série d'expériences faites par de bons dessinateurs, les valeurs relatives de R_1, R_2, C_1, C_2, C_3, mais nous n'y voyons pas utilité et nous ne connaissons aucune expérience de cette nature qui nous autorise à présumer ce que seraient les valeurs de ces coefficients.

Appliquons maintenant notre théorie.

CONSTRUCTION I. — *Tracer une droite passant par deux points donnés* A *et* B.

Nous avons vu que c'est : $2R_1 + R_2$.

La simplicité est 3.

CONSTRUCTION II. — *Prendre avec le compas une longueur donnée marquée par la distance de deux points* A *et* B *donnés*.

Je mets une pointe en A (op. C_1), l'autre en B (op. C_1) (*).

C'est donc : $2 C_1$.

(*) J'admets que je fais une opération équivalente (op. C_1), en mettant la deuxième pointe en B lorsque la première est maintenue en A, à celle que j'ai faite lorsque j'ai placé la première en A, ce qui est (op. C_1) par définition ; cette assimilation peut être contestée, il serait facile de donner un nom, C'_1 par exemple, à cette seconde opération ; cela ne pourrait en tout cas avoir d'objet que si l'on appliquait un coefficient à chaque opération R_1, R_2, C_1, etc., mais aucun si nous les admettons équivalentes.

La simplicité est 2.

Nous étudions dans ce qui suit les problèmes résolus dans le *Traité de géométrie* de MM. Rouché et de Comberousse déjà cité (voir page 78) et, quand nous ne développons pas la construction que nous effectuons, il s'agit toujours de celle qui est indiquée dans cet ouvrage.

CONSTRUCTION III. — *Par un point* B *donné sur une droite* BC (fig. 2) *mener une seconde droite qui fasse avec la première un angle égal à un angle donné* DAE.

Je mets la pointe du compas en A (op. C_1); je décris une circonférence quelconque (op. C_3) qui coupe en D et en E les côtés de l'angle donné; je mets la pointe en B (op. C_1); je décris avec le rayon employé

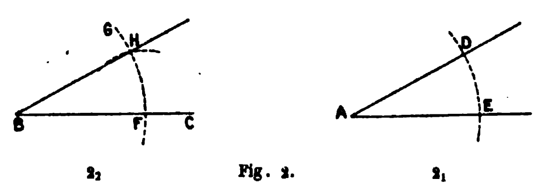


Fig. 2.

précédemment l'arc GF (op. C_3), qui coupe en F la droite BC; je prends avec le compas la longueur DE (op. $2C_1$); je mets une pointe en F (op. C_1); je décris de F comme centre avec DE pour rayon un arc de cercle (op. C_3), qui coupe en H l'arc GF; je trace la droite BH (op. $2R_1 + R_2$).

Le résultat est donc $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$.

La simplicité est 11.

CONSTRUCTION IV. — *Connaissant deux angles* α *et* β *d'un triangle, construire le troisième* γ.

Je trace une droite AB (op. R_2); par l'un de ses points O, je mène une droite, qui forme avec OA un angle égal à α (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$); par le même point O, je mène une autre droite OD, qui forme avec OB un angle DOB égal à β (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3 C_3$) : l'angle COD sera l'angle cherché.

Résultat : $4R_1 + 3R_2 + 10 C_1 + 6C_3$.

La simplicité est 23.

CONSTRUCTION V. — *Construire un triangle, connaissant un côté* a *et les deux angles adjacents au côté* a.

Je trace une droite BC (op. R_2); je prends avec le compas la longueur a (op. $2C_1$); je mets une pointe en un point B arbitraire de BC (op. C_1); je décris de B comme centre avec a pour rayon un arc de cercle qui coupe BC en C (op. C_3); en B, je fais l'angle CBA égal à l'un des angles donnés (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$); en C, je fais l'angle BCA, égal à l'autre angle donné (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$).

Résultat : $4R_1 + 3R_2 + 12C_1 + C_2 + 7C_3$.

Simplicité : 27.

CONSTRUCTION VI. — *Construire un triangle* ABC, *connaissant deux côtés* b *et* c *et l'angle compris* A.

Je trace une droite AB (op. R_1); je prends avec le compas la longueur C (op. $2C_1$); de A comme centre avec une longueur quelconque comme rayon je trace un arc de cercle (op. $C_1 + C_3$); en A je fais l'angle BAC égal à l'angle donné (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$); puis je trace CB (op. $2R_1 + R_2$).

Résultat : $5R_1 + 2R_2 + 8C_1 + 4C_3$.

Simplicité : 19.

CONSTRUCTION VII. — *Construire un triangle, connaissant deux côtés* a *et* b *et l'angle* B *opposé à l'un d'eux.*

On trouverait :

Résultat : $4R_1 + 3R_2 + 10C_1 + C_2 + 5C_3$.

Simplicité : 23.

CONSTRUCTION VIII. — *Construire un triangle, connaissant les trois côtés.*

Résultat : $4R_1 + 3R_2 + 8C_1 + C_2 + 3C_3$.

Simplicité : 19.

Remarque. — Nous supposons toujours les données posées à part et la feuille de notre épure complètement blanche à l'origine. Si certaines des données sont en place et qu'on s'en serve alors dans la construction, il est évident qu'elle se simplifie. Ainsi, dans le problème précédent, si l'on construisait le triangle sur un des côtés *donnés*, il faudrait diminuer l'expression résultante.

1° De $2C_1$, pour prendre la longueur du côté;

2° De R_2, pour le tracé de la ligne droite sur laquelle cette longueur serait placée;

3° De $C_2 + C_3$, pour placer la longeur du côté sur cette droite.

Le résultat serait donc seulement : $4R_1 + 2R_2 + 6C_1 + 2C_3$ et la simplicité : 14.

Fig. 3.

CONSTRUCTION IX. — *Par un point* A, *pris hors d'une droite* BC, *mener une parallèle à cette droite.*

Du point A (fig. 3) comme centre, avec une ouverture de compas arbitraire, je décris l'arc DC (op. $C_1 + C_3$); de C comme centre, avec la même ouverture, je décris l'arc AB (op. $C_1 + C_3$); je prends la longueur AB (op. $2C_1$) et de C comme centre, avec cette longueur AB comme rayon, je décris une circonférence

(op. $C_1 + C_3$), qui coupe en D l'arc DC, puis je trace AD (op. $2R_1 + R_2$).

Résultat : $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 11.

CONSTRUCTION X. — *Mener une perpendiculaire à une droite en son milieu ou trouver le milieu d'une droite donnée.*

Résultat : $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$.

Simplicité : 7.

CONSTRUCTION XI. — *Décrire un cercle sur une droite donnée* AB *comme diamètre.*

On cherche d'abord le milieu O de AB (op. $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$), on prend la longueur OA (op. $2C_1$) et, la pointe du compas restant en O, on trace le cercle avec OA comme rayon (op. C_3).

Résultat : $2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 10.

CONSTRUCTION XII.— *Mener par un point* C, *pris sur une droite* AB, *une perpendiculaire à cette droite.*

Résultat : $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 9.

CONSTRUCTION XIII. — *Abaisser d'un point* C, *pris hors d'une droite, une perpendiculaire sur cette droite.*

Résultat : $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 9.

CONSTRUCTION XIV. — *Élever une perpendiculaire à l'extrémité* A *d'une droite* AB *qu'on ne peut prolonger.*

Je place une pointe du compas en un point O arbitraire et l'autre pointe en A (op. C_1); je décris de O, avec OA comme rayon, une circonférence qui coupe AB en A et en B (op. C_3); je joins BO qui coupe cette circonférence en C (op. $2R_1 + R_2$); je joins AC qui est la perpendiculaire cherchée (op. $2R_1 + R_2$).

Résultat : $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$.

Simplicité : 8.

Remarque. — Ce résultat montre qu'il y a avantage à employer cette construction, même lorsque la droite AB peut être prolongée.

CONSTRUCTION XV. — *Décrire une circonférence passant par trois points donnés* A, B, C.

On décrira de A, B, C comme centres trois circonférences de même rayon, etc.

Résultat : $4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 4C_3$.

Simplicité : 15.

CONSTRUCTION XVI. — *Diviser un angle en deux parties égales.*

Résultat : $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 9.

CONSTRUCTION XVII. — *Diviser un arc de cercle donné en deux parties égales.*

Résultat : $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$.

Simplicité : 7.

CONSTRUCTION XVIII. — *Trouver la bissectrice de l'angle formé par deux droites* AB *et* CD (fig. 4) *qu'on ne peut pas prolonger jusqu'à leur point d'intersection.*

En un point E quelconque de AB je mène une perpendiculaire EP ; j'emploie la construction XIV sans avoir besoin de me préoccuper de la position du point E, de sorte que l'opération est seulement : $4R_1 + 2R_2 + C_3$, au lieu de $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$. De même en un point quelconque F de CD, j'élève une perpendiculaire FQ sur CD (op. $4R_1 + 2R_2 + C_3$) : sur EP je prends avec le compas une longueur arbitraire EG (op. $C_1 + C_3$) ; sur FQ je prends une longueur égale FH (op. $C_1 + C_3$) ; par G je mène une perpendiculaire à GE, c'est-à-dire une parallèle à AB (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$) ; par H je mène une perpendiculaire à HF, c'est-à-dire une parallèle à CD (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$) : ces deux parallèles se coupent en un point M de la bissectrice cherchée.

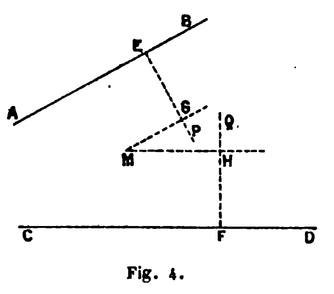


Fig. 4.

Ce point est donc obtenu par l'opération $16R_1 + 8R_2 + 4C_1 + 6C_3$.

Je fais de même pour trouver un second point M′ de la bissectrice (op. $16R_1 + 8R_2 + 4C_1 + 6C_3$) ; je joins MM′ (op. $2R_1 + R_2$).

Résultat : $34R_1 + 17R_2 + 8C_1 + 12C_3$.

Simplicité : 71.

Remarque. — Si, pour trouver le point M′, je puis me servir des deux perpendiculaires EP, FQ, déjà tracées pour M, la construction se simplifiera de deux fois : $4R_1 + 2R_2 + C_3$.

Le résultat sera donc : $26R_1 + 13R_2 + 8C_1 + 10C_3$ et la simplicité : 57, au lieu de 71.

CONSTRUCTION XIX. — *Mener par un point* A, *pris sur une circonférence de centre* O, *une tangente à cette circonférence.*

Je trace OA (op. $2R_1 + R2$) et sur OA, en A, j'élève une perpendiculaire (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$).

Résultat : $6R_1 + 3R_2 + C_1 + C_3$.

Simplicité : 11.

CONSTRUCTION XX. — ***Mener d'un point extérieur* A, *les deux tangentes à un cercle donné, de centre* O.**

Sur OA comme diamètre je décris une circonférence (op. $2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3$), qui coupe le cercle donné en B et B'; je joins AB (op. $2R_1 + R_2$) et AB' (op. $2R_1 + R_2$).

Résultat : $6R_1 + 3R_2 + 4C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 16.

CONSTRUCTION XXI. — ***Inscrire un cercle dans un triangle donné* ABC.**

Je mène la bissectrice de l'angle A (op. $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$) ; je mène la bissectrice de l'angle B (op. $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$) ; ces deux bissectrices se coupent en O ; de O j'abaisse une perpendiculaire OF sur BC (op. $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$) ; je prends la longueur OF (op. $2C_1$), puis de O comme centre avec OF pour rayon je décris une circonférence (op. C_3).

Résultat : $6R_1 + 3R_2 + 11C_1 + 10C_3$.

Simplicité : 30.

CONSTRUCTION XXII. — ***Décrire sur une droite donnée* AB *un segment capable d'un angle donné* α.**

En B, je fais l'angle ABC $= \alpha$ (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$) ; en B, j'élève une perpendiculaire à BC (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$) ; sur le milieu de AB j'élève une perpendiculaire (op. $2R_1 + R^2 + 2C_1 + 2C_3$) : ces deux perpendiculaires se coupent en O ; de O comme centre avec OA comme rayon je décris une circonférence (op. $2C_1 + C_3$).

Résultat : $8R_1 + 4R_2 + 10C_1 + 7C_3$.

Remarque. — J'ai donné, ici, la construction sans me préoccuper si des simplifications étaient possibles en liant entre elles les constructions d'une façon convenable ; ainsi, j'ai supposé que, pour mener la perpendiculaire en B à BC, j'employais la construction XIV, mais la construction XII est ici plus simple, car, pour faire l'angle CBA $= \alpha$, j'ai déjà décrit une circonférence ; je peux m'en servir pour celle qui nécessite la construction XII et me servir aussi de cette même ouverture de compas dans la construction X, que je ferai pour élever la perpendiculaire sur le milieu de AB.

Le résultat sera ainsi :

— Construction de l'angle ABC $= \alpha$ (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$) ;

— Construction de la perpendiculaire BO à BC (construction XII, simplifiée), puisque je n'ai pas de circonférence à tracer de B comme centre (op. $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$) ;

— Construction de la perpendiculaire élevée au milieu de AB (construction X simplifiée), puisque une circonférence décrite de B comme centre se trouve déjà décrite et que je puis avoir décrit celle qui a A comme centre

et le même rayon, lorsque l'ouverture du compas était à cette longueur (op. $2R_1 + R_2 + C_1 + C_3$);

— Puis, enfin, la circonférence décrite de O comme centre avec OA pour rayon (op. $2C_1 + C_3$).

Résultat total le plus simple : $6R_1 + 3R_2 + 10C_1 + 7C_3$.

Simplicité : 26.

Dans un grand nombre de constructions, il y aura à profiter de circonstances analogues; il faudra donc: ne décrire une ligne nouvelle que lorsque aucune ligne déjà décrite ne pourra servir : ne changer l'ouverture du compas qu'après l'avoir employé à décrire toutes les circonférences de ce rayon et dont le tracé serait ultérieurement nécessaire.

CONSTRUCTION XXIII. — *Mener les tangentes communes à deux cercles des centres* O *et* O′.

1° *Les deux cercles sont extérieurs:*

Il y a quatre tangentes.

Je joins OO′ qui coupe la circonférence O en A, la circonférence O′ en A′, A et A′ étant tous deux situés entre O et O′ (op. $2R_1 + R_2$); je prends l'ouverture de compas O′A′ (op. $2C_1$) et de A comme centre avec O′A′ comme rayon je décris une portion de circonférence, qui coupe OO′ en B et B′, B′ étant entre O et A (op. $C_1 + C_3$).

Je décris de O comme centre avec OB′ comme rayon une circonférence (op. $2C_1 + C_3$); de O′ je mène les deux tangentes O′I, O′J à cette circonférence (op. $6R_1 + 3R_2 + 4C_1 + 3C_3$); je joins OI qui coupe la circonférence de rayon R en I_1 (op. $2R_1 + R_2$); je joins OJ qui coupe la circonférence de rayon R en J_1 (op. $2R_1 + R_2$); par I je mène une perpendiculaire à OI (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$); par J je mène une perpendiculaire à OJ (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$) : ce sont les tangentes extérieures cherchées (*).

Je décris de O comme centre avec OB comme rayon une circonférence (op. $2C_1 + C_3$); de O′ je mène les deux tangentes O′K, O′L à cette circonférence, mais, comme j'ai déjà décrit la circonférence sur OO′ comme diamètre, la construction n'est plus que (op. $4R_1 + 2R_2$); je joins OK qui coupe la circonférence de rayon R en K_1 (op. $2R_1 + R_2$), je joins OL qui coupe la circonférence de rayon R en L_1 (op. $2R_1 + R_2$); par K_1 je mène une perpendiculaire à OK_1 (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$); par L_1 je mène une perpendiculaire à OL_1 (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$): ce sont les deux tangentes intérieures cherchées.

Résultat : $36R_1 + 17R_2 + 15C_1 + 10C_3$.

Simplicité : 78.

(*) Remarquons que toutes les fois que j'aurai à mener une parallèle à une droite et qu'il y aura une perpendiculaire à cette droite déjà tracée il est plus simple de mener une perpendiculaire à cette perpendicuaire.

Remarque. — Si les deux cercles étaient tangents extérieurement, il n'y aurait plus que trois tangentes : deux extérieures, une intérieure. On trouverait :

Résultat: $24R_1 + 12R_2 + 11C_1 + 8C_3$

Simplicité : 55.

CONSTRUCTION XXIII *bis*. — 2° *Les deux cercles se coupent.*

Il n'y a que deux tangentes extérieures. On trouverait:

Résultat : $20R_1 + 10R_2 + 11C_1 + 7C_3$.

Simplicité: 48.

Si les cercles sont tangents intérieurement, il n'y a qu'une tangente, celle du point de contact, construction déjà vue.

CONSTRUCTION XXIV. — *Diviser une droite* AB : *1° en* p *parties proportionnelles à des droites données* $n_1, n_2, \ldots\ldots, n_p$; *2° en* p *parties égales.*

1° Je mène par B une droite quelconque BX (op. $R_1 + R_2$); je prends sur BX :

$$BN_1 = n_1 \text{ (op. } 3C_1 + C_3)$$
$$N_1N_2 = n_2 \text{ (op. } 3C_1 + C_3)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$N_{p-1}N_p = n_p \text{ (op. } 3C_1 + C_3).$$

Je joins AN_p (op. $2R_1 + R_2$).

En $N_1, N_2, \ldots\ldots, N_{p-1}$, je fais les angles $M_1N_1B, M_2N_2B, \ldots\ldots, M_{p-1}N_{p-1}B$, égaux à AN_nB, ce qui exige pour le 1er (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$) et pour chacun des $p - 2$ autres (op. $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$); en tout pour ces $p - 2$ angles: $2(p-2)R_1 + (p-2)R_2 + 2(p-2)C_1 + 2(p-2)C_3$.

Résultat: $(2p+1)R_1 + (p+1)R_2 + (5p+1)C_1 + (3p+1)C_3$.

Simplicité: $11p + 4$.

Il peut arriver que les parties données $n_1, n_2, \ldots\ldots, n_p$ soient trop petites ou trop grandes pour les employer directement. Si elles sont trop petites on les multipliera toutes par un nombre λ et on opérera sur les longueurs $n_1\lambda, n_2\lambda, \ldots\ldots, n_p\lambda$.

Or, porter à partir d'un point la longueur $k\lambda$ au lieu de la longueur K, cela exige : $2C_1 + (\lambda - 1)C_3$; en faisant le calcul on trouverait pour la division de la droite AB en p parties égales :

Résultat : $(2p+1)R_1 + (p+1)R_2 + (4p+1)C_1 + [p(\lambda+1) - 1]C_3$.

Simplicité : $p(\lambda + 6) + 2$.

Si les parties étaient trop grandes on les diviserait toutes par un nombre λ, c'est-à-dire qu'on prendrait la $\lambda^{ième}$ partie de $n_1, n_2, \ldots\ldots, n_p$ et on opérerait sur $\frac{n_1}{\lambda}, \frac{n_2}{\lambda} \ldots\ldots, \frac{n_p}{\lambda}$ au lieu d'opérer sur $n_1, n_2, n_3 \ldots\ldots, n_p$.

Nous montrerons (construction XXV) quelle est la simplicité de l'opé-

ration nécessaire pour prendre la $\lambda^{\text{ième}}$ partie de AB: cela nous donnera le moyen de calculer le résultat et la simplicité dans le cas considéré; il n'y a pas à insister sur ce point.

2° Pour diviser AB en n parties égales, j'opère ainsi :

Je mène par B une droite quelconque BX (op. $R_1 + R_2$); sur BX je prends BN égale à une longueur arbitraire (op. $C_1 + C_3$), et je reporte $n - 1$ fois la pointe du compas sur la ligne [op. $(n - 1)\ C_3$] ; je joins AN_2 (op. $2R_1 + R_2$); je fais l'angle $M_{n-1}N_{n-1}B = AN_nB$ (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$); je prends la longueur AM_{n-1} (op. $2C_1$); je la reporte $n - 2$ fois sur AB [op. $(n - 2)\ C_3$].

Résultat : $5R_1 + 3R_2 + 8C_1 + (2n + 1)\ C_3$.

Simplicité : $2n + 17$.

CONSTRUCTION XXV. — *Prendre la $n^{\text{ième}}$ partie d'une droite donnée* AB.

Par A je mène une droite quelconque (op. $R_1 + R_2$); à partir de A je porte sur cette droite n fois une longueur arbitraire [op. $(n + 1)\ C_1$]; je joins le dernier point D de division à B (op. $2R_1 + R_2$); par l'avant-dernier point de division je mène une parallèle à DB (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$).

Résultat : $5R_1 + 3R_2 + (n + 6)\ C_1 + 3C_3$.

Simplicité : $n + 17$.

Si $n = 2$, il vaut mieux employer la construction X.

Si $n = 3$, il vaut mieux opérer ainsi :

Par A je mène une droite quelconque DE (op. R_2); de A comme centre je mène un cercle de rayon arbitraire qui coupe DE en D et en E (op. $C_1 + C_3$); je joins DB (op. $2R_1 + R_2$); je prends le milieu O de DB (op. $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3$); je joins EO (op. $2R_1 + R_2$) qui coupe AB en G; AG est le tiers de AB.

Résultat : $6R_1 + 4R_2 + 3C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 16, au lieu de 20 donnée par la construction générale.

Si $n = 4$, je prends le milieu O de AB, puis le milieu de OA, c'est-à-dire que j'emploie deux fois de suite la construction X.

Résultat : $4R_1 + 2R_2 + 4C_1 + 4C_3$.

Simplicité : 14 au lieu de 19.

Pour $n = 2^x$ il y a toujours avantage à employer x fois la construction X au lieu de la construction XXV, car en employant x fois la construction X la simplicité est $7x$; en employant la construction XXV elle est $2^x + 17$, et l'on a toujours :

$$7x < 2^x + 17.$$

Si $n = 6$, on peut aussi prendre le tiers de AB, puis la moitié de ce tiers; la simplicité est 23 comme par la construction XXV.

CONSTRUCTION XXVI. — *Trouver la quatrième proportionnelle à trois droites données* M, N, P.

Résultat : $2R_1 + 3R_2 + 14C_1 + 6C_3$.

Simplicité : 25.

Remarque. — On trouverait facilement le résultat et la simplicité de la construction indiquée par $x = \frac{a_1 . a_2 \ldots a_n}{b_1 . b_2 \ldots b_{n-1}}$, $a_1, \ldots a_n, b_1, \ldots b_{n-1}$, étant des longueurs données.

CONSTRUCTION XXVII. — *Construire la moyenne proportionnelle entre deux droites données* A *et* B.

1° Je trace une droite indéfinie (op. R_2); sur cette droite je prends CD = A (op. $3C_1 + C_3$) et, à la suite de CD, DE = B (op. $3C_1 + C_3$).

Sur CE je décris une demi-circonférence (op. $2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3$) ; en D j'élève une perpendiculaire sur CE (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$) qui coupe la circonférence en F. DF est la droite cherchée.

Résultat : $6R_1 + 4R_2 + 11C_1 + 6C_3$.

Simplicité : 27.

2° Supposons A > B :

Je prends sur une droite indéfinie (op. R_2) CD = A (op. $3C_1 + C_3$); puis, dans le même sens, CE = B (op. $3C_1 + C_3$) ; sur CD je décris une circonférence (op. $2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3$) ; en E j'élève une perpendiculaire sur CE qui coupe la circonférence en F (op. $4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3$); je trace CF (op. $2R_1 + R_2$). CF est la droite cherchée.

Résultat : $8R_1 + 5R_2 + 11C_1 + 6C_3$.

Simplicité : 30.

Il est évident que ce qui précède permet de résoudre sans difficulté toutes les questions qui se présenteront sur la simplicité des constructions, je crois utile de terminer cependant par quelques applications et par quelques remarques générales.

CONSTRUCTION XXVIII. — *Construire un triangle* ABC *connaissant les deux côtés* AB, AC *et la ligne* AK *qui divise* CB *dans le rapport de deux droites données* M *et* N :

$$\frac{CK}{KB} = \frac{M}{N}.$$

Je trace une droite indéfinie (op. R_2) (fig. 5); je prends la longueur AK avec le compas (op. $2C_1$); je mets une pointe en un point arbitraire A de la droite que je viens de mener et je prends sur cette droite le point K avec l'autre pointe (op. $C_2 + C_3$); de A comme centre je décris une cir-

conférence de rayon AB (op. $3C_1 + C_3$) et une circonférence de rayon AC (op. $3C_1 + C_3$). Soient α et α' les points où KA coupe la circonférence de rayon AB.

Je prends, sur KA, β tel que $\frac{\alpha K}{K\beta} = \frac{N}{M}$, ce que je fais en menant par K une droite quelconque KPQ (op. $R_1 + R_2$). *Quand mon compas avait l'ouverture de* N j'ai eu soin de décrire une circonférence de K comme centre avec N pour rayon (op. $C_1 + C_3$) qui a coupé PQ en Q, et *quand mon compas avait l'ouverture de* **M**, une circonférence de K comme centre avec M pour rayon (op. $C_1 + C_3$) qui coupe PQ en P, P et Q étant de part et d'autre de K; je joins αQ (op. $2R_1 + R_2$); je mène par P une parallèle à αQ qui coupe $\alpha\alpha'$ en β (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$).

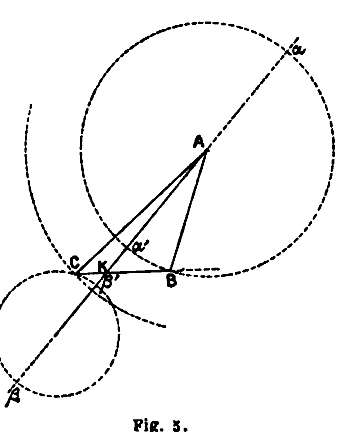


Fig. 5.

Pour déterminer le point β j'ai donc employé $5R_1 + 3R_2 + 7C_1 + 5C_3$.

Je détermine de même β' tel que $\frac{\alpha' K}{K\beta'} = \frac{N}{M}$, par la même construction dans laquelle je retranche l'opération $R_1 + R_2$ relative à la droite PQ déjà menée pour construire β, et l'opération $2C_1 + 2C_3$ pour les deux cercles décrits de K comme centre avec M et N pour rayon et déjà comptés dans la construction de β; pour β' j'aurai donc employé seulement :

$$5R_1 + 3R_2 + 7C_1 + 5C_3 - (R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3),$$

ou :

$$(\text{op. } 4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 3C_3).$$

Sur $\beta\beta'$ comme diamètre je décris une circonférence :

$$(\text{op. } 2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3).$$

Cette circonférence est le lieu des points tels que $\frac{CK}{KB} = \frac{M}{N}$; elle contient donc C et coupe par conséquent la circonférence de centre A et de rayon AC précisément en un point C qui est le point cherché, quand le problème est possible. Nous joindrons CK qui coupe l'autre circonférence de centre A en B (op. $2R_1 + R_2$), puis AC et AB (op. $4R_1 + 2R_2$).

Résultat : $17R_1 + 10R_2 + 24C_1 + C_2 + 14C_3$.

Simplicité : 66.

CONSTRUCTION XXIX. — *Mener les tangentes communes à deux cercles de centres* C *et* C'.

Nous avons déjà exécuté cette construction (CONSTRUCTION XXIII),

mais il y a une autre construction également usitée et nous désirons savoir quelle est graphiquement la plus simple.

Nous supposerons les deux circonférences extérieures l'une à l'autre. Je joins CC′ (op. $2R_1 + R_2$); je mène par C une droite arbitraire (op. $R_1 + R_2$), qui coupe la circonférence C aux points A et α; A est au-dessus de la droite CC′. Par C′, je mène une parallèle à Aα (op. $2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3$), qui coupe la circonférence C′ en A′ au-dessus de la droite CC′; je joins AA′ (op. $2R_1 + R_2$), qui coupe CC′ en O; je joins αA′ (op. $2R_1 + R_2$), qui coupe CC′ en O′; de O je mène les deux tangentes à la circonférence C (op. $6R_1 + 3R_2 + 4C_1 + 3C_3$) : ce sont les deux tangentes communes extérieures; de O′ je mène les deux tangentes à la circonférence C (op. $6R_2 + 3R_1 + 4C_1 + 3C_3$) : ce sont les deux tangentes communes intérieures.

Résultat : $21R_1 + 11R_2 + 13C_1 + 9C_3$.

Simplicité : 54.

La CONSTRUCTION XXIII avait donné 78. Celle-ci est donc beaucoup plus simple.

CONSTRUCTION XXX. — *On donne trois circonférences de centres* O, O′, O″ *et de rayons* R, R′, R″; *abaisser de leur centre radical* K *une perpendiculaire sur l'axe de similitude externe.*

Je trace une circonférence arbitraire qui les coupe toutes les trois (op. C_3): O en A, α; O′ en A′, α′; O″ en A″, α″.

Je trace une autre circonférence, également arbitraire et qui les coupe encore toutes les trois (op. C_3) : O en A_1, α_1; O′ en A'_1, α'_1; O''_1 en A''_1, α''_1; je mène les droites Aα et A′α′ (op. $4R_1 + 2R_2$). Ces droites se coupent en M. Je mène les droites $A_1\alpha_1$ et $A'_1\alpha'_1$ (op. $4R_1 + 2R_2$). Ces droites se coupent en M_1. Je mène A″α″, qui coupe Aα en P (op. $2R_1 + R_2$) ; je mène $A''_1\alpha''_1$, qui coupe $A_1\alpha_1$ en P_1 (op. $2R_1 + R_2$); je joins MM_1 et PP_1 (op. $4R_1 + 2R_2$). Ces deux droites se coupent en K. Je mène CC′ (op. $2R_1 + R_2$), puis C′C″ (op. $2R_1 + R_2$); par C, je mène une droite arbitraire qui coupe la circonférence C en γ (op. $R_1 + R_2$) ; par C′ et C″, je mène des parallèles à cette droite, qui coupent respectivement les circonférences C′ et C″ en γ′ et γ″ : γ, γ′, γ″ sont pris tels que γ et γ′ soient tous deux du même côté de CC′, et que γ′, γ″ soient tous deux du même côté de C′C″ (op. $4R_1 + 2R_2 + 10C_1 + 6C_3$); je joins γγ′, γ′γ″, qui coupent respectivement CC′ et C′C″ en ω et ω (op. $4R_1 + R_2$); je joins ω et ω′ (op. $2R_1 + R_2$) et de K j'abaisse une perpendiculaire sur ωω′ (op. $2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3$).

Résultat : $33R_1 + 17R_2 + 13C_1 + 11C_3$.

Simplicité : 74.

CONSTRUCTION XXXI. — *Construire un point donné par ses coordonnées cartésiennes* x, y, *relatives à deux axes donnés.*

1° Axes rectangulaires.

Résultat : $4R_1 + 2R_2 + 7C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 16.

2° Axes obliques.

Résultat : $2R_1 + R_2 + 11C_1 + 5C_3$.

Simplicité : 19.

Je n'indique pas la construction, qui est évidente.

On a souvent à tracer une courbe par points. Si la construction la plus simple d'un point de la courbe, par une méthode donnée, a une simplicité N, nous dirons que la ***simplicité ponctuelle*** de ce tracé de la courbe est N.

Exemple : *Tracé d'une ellipse connaissant le grand axe* AA′ *et les deux foyers* F *et* F′.

Je marque un point M sur AA′ entre F et F′ (op. C_2) (fig. 6); avec le compas,



Fig. 6.

je prends MA′ (op. $2C_1$), et de F et de F′ comme centres, avec cette ouverture pour rayon, je décris deux circonférences [op. $2(C_1 + C_3)$]; avec le compas, je prends MA (op. $2C_1$) et de F et de F′ comme centres, avec cette ouverture pour rayon, je décris deux circonférences [op. $2(C_1 + C_3)$]: j'ai ainsi quatre points par l'opération : $8C_1 + C_2 + 4C_3$.

La simplicité ponctuelle du tracé est donc $\frac{8C_1 + C_2 + 4C_3}{4}$ ou $\frac{13}{4}$. Si, au lieu du tracé de la courbe, il ne s'agissait que d'avoir un seul point, il s'obtiendrait par $6C_1 + C_2 + 2C_3$; simplicité : 9.

Si une courbe se construit au moyen de ses tangentes et que la construction *la plus simple* d'une d'elles ait une simplicité désignée par N, nous dirons que la ***simplicité tangentielle*** de ce tracé de la courbe est N.

Si l'on voulait ajouter l'équerre comme instrument de construction, rien ne serait plus facile que de représenter aussi les opérations élémentaires que permet cet instrument, et de faire, à ce nouveau point de vue, l'étude de la simplicité des constructions, car l'équerre peut servir comme *règle* et il n'y a rien à changer à nos notations; de plus, elle permet les opérations suivantes, que je désigne par E_1 : E_2 : placer un côté le long d'une règle, ou la règle le long d'un côté (op. E_1); faire glisser l'équerre sur la règle (op. E_2). Le tracé d'une ligne le long d'un côté de l'équerre serait évidemment R_2 et l'opération qui consisterait à faire coïncider un côté de l'équerre avec une ligne droite serait $2R_1$.

Exemple : *Par un point* A, *mener une parallèle à une droite* BD.

Je mets l'hypoténuse de l'équerre en contact avec BD (op. R_1); je place la règle le long d'un côté de l'équerre (op. E_1); je fais glisser l'équerre jus-

qu'à ce que l'hypothénuse passe en A (op. $E_2 + R_1$) ; je trace une ligne le long de l'hypothénuse (op. R_2).

Résultat : $3R_1 + R_2 + E_1 + E_2$.

Simplicité : 6.

Remarquons encore que ce qui précède nous donne le moyen d'évaluer la simplicité des constructions de la géométrie de la règle seule, de la géométrie du compas et de la géométrie sur la sphère.

Nous avons toujours supposé, pour apprécier le degré de simplicité d'une construction, qu'il n'y avait sur le papier de l'épure que les données; en pratique, il n'en est pas toujours ainsi : par exemple, quand on dessine une épure où sont déjà diverses constructions. Supposons que j'aie à déterminer le centre de gravité d'un certain triangle ABC et que, dans ce triangle, les milieux A′ et B′ de deux côtés BC, BA soient déjà marqués par une construction antérieure, le centre de gravité se trouvera simplement en joignant AA′, BB′, c'est-à-dire par l'opération $2(2R_1 + R_2)$; simplicité : 6.

Dans le cas où l'on peut utiliser des résultats déjà marqués, il en résulte une simplification de la construction, c'est évident; mais il peut en résulter aussi un changement dans le choix de la meilleure construction. Ainsi, supposons que le résultat à atteindre puisse s'obtenir par plusieurs constructions, que j'appelle A, B, C, rangées dans leur ordre de simplicité graphique, lorsqu'on les effectue chacune indépendamment de l'épure que l'on exécute, A étant la plus simple :

Si plusieurs des opérations graphiques qu'il faudrait effectuer pour la construction C ont déjà leur résultat sur l'épure, celle-ci, quoique en principe plus complexe que A ou que B, peut devenir la plus simple.

D'autres circonstances peuvent encore faire préférer B ou C à A : par exemple, les données sont telles que l'exécution de A conduirait à des tracés qui se trouveraient hors de l'épure, ou qui seraient trop confus, ou dans lesquels il y aurait des intersections de droites ou de cercles sous des angles très aigus et, par conséquent, mal déterminés, tandis que les inconvénients seraient évités par l'emploi de B ou de C.

Nous pouvons ajouter, pour terminer, que l'exposé que nous venons de faire, montre clairement le point où est la difficulté d'obtenir l'exactitude dans les arts graphiques ; c'est qu'il faut, pour le moindre tracé, un grand nombre d'opérations élémentaires susceptibles chacune d'une erreur ; ainsi, par exemple, un problème aussi simple que : *mener les tangentes communes à deux cercles donnés*, a pour simplicité 54, c'est-à-dire nécessite 54 opérations élémentaires et, par conséquent, implique 54 erreurs ; *inscrire un cercle dans un triangle*, 30, etc.

L'*exposé* de la méthode pour mesurer la simplicité dans les constructions géométriques est si simple qu'il y aurait, à notre avis, avantage à y em-

ployer quelques instants dans une des leçons du cours de géométrie élémentaire. Nous avons fait une remarque (page 81) à propos de la construction II, nous voulons y revenir en terminant, d'autant plus qu'on pourrait en ajouter d'autres analogues, par exemple à propos de la construction I; on peut évidemment contester, en effet, que faire passer le bord de la règle par deux points équivaille à faire passer deux fois le bord de la règle par un point; il suffirait, du reste encore, pour lever l'objection, de donner un nom nouveau R'_1 à cette opération en la comptant pour deux dans l'évaluation de la simplicité; une pareille division ne nous semble pas justifiée, pas plus que la nécessité de donner des coefficients aux diverses opérations, parce qu'il ne s'agit en somme que d'une évaluation de simplicité théorique permettant de remplacer ainsi par une notion précise l'idée restée vague de simplicité, car il faudrait aussi pour prétendre à l'exactitude tenir compte de l'échelle de l'épure, de la longueur des lignes tracées, du rayon des cercles; ce qui est évidemment impossible d'une façon générale.

M. GENTY

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Oran.

NOTE DE GÉOMÉTRIE VECTORIELLE SUR LA THÉORIE DES SURFACES

— Séance du 2 avril 1888 —

1\. — Soit X le vecteur d'un point X d'une surface exprimée en fonction de l'orienteur (ou verseur) N de la surface en ce point

On pourra poser :

$$(1) \qquad dX = \Phi dN,$$

ΦdN étant une fonction vectorielle linéaire de la différentielle dN, dont je vais chercher l'expression explicite en fonctions des rayons de courbure principaux ρ_1 et ρ_2 de la surface au point X et des orienteurs A et B des directions principales en ce point.

Soient α et β les paramètres scalaires des lignes de courbure de la surface, X et N pourront être considérés comme des fonctions de α et β et l'on aura :

$$(2) \qquad dX = \frac{dX}{d\alpha} d\alpha + \frac{dY}{d\beta} d\beta.$$

Or, on a :

(3) $$\frac{dX}{d\alpha} = \rho_1 \frac{dN}{d\alpha};$$

(4) $$\frac{dX}{d\beta} = \rho_2 \frac{dN}{d\beta}.$$

On a, d'ailleurs :

$$dN = \frac{dN}{d\alpha} d\alpha + \frac{dN}{d\beta} d\beta.$$

Si nous opérons sur cette équation avec $\mathfrak{S}\frac{dX}{d\alpha}$, il vient :

$$\mathfrak{S} dN \frac{dX}{d\alpha} = \mathfrak{S} \frac{dN}{d\alpha}\frac{dX}{d\alpha} d\alpha;$$

ou, en tenant compte de l'équation (3),

$$\mathfrak{S} dN \frac{dX}{d\alpha} = \frac{1}{\rho_1} \mathfrak{T}^2 \frac{dX}{d\alpha} d\alpha,$$

d'où :

$$d\alpha = \rho_1 \frac{\mathfrak{S} dN \frac{dX}{d\beta}}{\mathfrak{T}^2 \frac{dX}{d\alpha}}.$$

On trouverait de même :

$$d\beta = \rho_2 \frac{\mathfrak{S} dN \frac{dX}{d\beta}}{\mathfrak{T}^2 \frac{dX}{d\beta}},$$

Portons ces valeurs de $d\alpha$ et $d\beta$ dans l'équation (2) et nous aurons :

(5) $$dX = \rho_1 \mathfrak{S} A dN A + \rho_2 \mathfrak{S} B dN B.$$

On voit donc que la fonction ΦdN est une fonction vectorielle à deux termes, conjuguée à elle-même, et qu'on obtient les directions principales et les rayons de courbure principaux au point X, en résolvant l'équation vectorielle :

(6) $$\Phi dN = \rho dN.$$

ρ_1 et ρ_2 sont donc les racines de l'équation

$$\mathfrak{S} N (\Phi - \rho)^{-1} N = 0,$$

et l'on a :

$$A \parallel (\Phi - \rho_1)^{-1} N,$$

et : $$B \parallel (\Phi - \rho_2)^{-1} N.$$

Si enfin nous opérons sur l'équation (6) avec $\mathfrak{S}\mathfrak{V}\mathrm{N}d\mathrm{N}$ (ce que nous exprimons plus simplement en disant : si nous projetons avec $\mathfrak{V}\mathrm{N}d\mathrm{N}$), il vient :

$$\mathfrak{S}\mathrm{N}d\mathrm{N}\Phi d\mathrm{N} = 0;$$

c'est l'équation différentielle de la représentation sphérique des lignes de courbure.

II. — Étudions maintenant le problème inverse, qu'on peut énoncer de la manière suivante : « Trouver les équations différentielles dont dépend la recherche des surfaces, admettant pour représentation sphérique de leurs lignes de courbure deux familles de courbes orthogonales données de la sphère de Gauss ».

Soit :

$$d\mathrm{N} = \frac{d\mathrm{N}}{d\alpha}d\alpha + \frac{d\mathrm{N}}{d\beta}d\beta,$$

l'équation différentielle qui définit le système orthogonal donné, et posons:

$$\frac{d\mathrm{N}}{d\alpha} = \lambda\mathrm{A}, \quad \frac{d\mathrm{N}}{d\beta} = \mu\mathrm{B},$$

A et B étant, par hypothèse, deux orienteurs rectangulaires normaux à N.

On aura :

$$(1) \qquad d\mathrm{N} = \lambda\mathrm{A}d\alpha + \mu\mathrm{B}d\beta;$$

d'où :

$$(2) \qquad \begin{aligned} \mathfrak{S}\mathrm{A}d\mathrm{N} &= \lambda d\alpha; \\ \mathfrak{S}\mathrm{B}d\mathrm{N} &= \mu d\beta. \end{aligned}$$

D'ailleurs, le second membre de l'équation (1) étant une différentielle exacte, on a :

$$\frac{d\lambda\mathrm{A}}{d\beta} = \frac{d\mu\mathrm{B}}{d\alpha},$$

ou en développant,

$$\frac{d\lambda}{d\beta}\mathrm{A} + \lambda\frac{d\mathrm{A}}{d\beta} = \frac{d\mu}{d\alpha}\mathrm{B} + \mu\frac{d\mathrm{B}}{d\alpha},$$

équation vectorielle équivalente aux deux équations scalaires suivantes, qu'on obtient en la projetant à tour de rôle avec A et B,

$$(3) \qquad \begin{aligned} \frac{d\lambda}{d\beta} &= \mu\mathfrak{S}\mathrm{A}\frac{d\mathrm{B}}{d\alpha}; \\ \frac{d\mu}{d\alpha} &= \lambda\mathfrak{S}\mathrm{B}\frac{d\mathrm{A}}{d\beta}. \end{aligned}$$

Ceci posé, l'expression de dX sera de la forme :

$$dX = \rho_1 \mathcal{S} A dN \, A + \rho_2 \mathcal{S} B dN \, B,$$

ou :

$$dX = \lambda_1 A d\alpha + \mu \lambda_2 B d\beta.$$

Le second membre de cette équation devant être une différentielle exacte, on aura :

$$\frac{d\lambda \rho_1 A}{d\beta} = \frac{d\mu \rho_2 B}{d\alpha}.$$

Si nous développons cette équation et si nous la projetons à tour de rôle avec A et B, il vient, en tenant compte des relations (3),

$$(4) \qquad \begin{aligned} &\lambda \frac{d\rho_1}{d\beta} + (\rho_1 - \rho_2)\frac{d\lambda}{d\beta} = 0; \\ &(\rho_1 - \rho_2)\frac{d\mu}{d\alpha} - \mu \frac{d\rho_2}{d\alpha} = 0: \end{aligned}$$

ce sont les équations cherchées.

Elles fournissent une démonstration immédiate de la propriété fondamentale des surfaces minima.

Si on fait, en effet, dans ces équations :

$$\rho_1 = -\rho_2 = \rho,$$

elles deviennent :

$$\lambda \frac{d\rho}{d\beta} + 2\rho \frac{d\lambda}{d\beta} = 0;$$

$$\mu \frac{d\rho}{d\alpha} + 2\rho \frac{d\lambda}{d\alpha} = 0,$$

ou :

$$\frac{d\lambda^2 \rho}{d\beta} = 0; \frac{d\mu^2 \rho}{d\beta} = 0,$$

ce qui montre que l'on peut poser :

$$\lambda = \frac{F(\alpha)}{\sqrt{\rho}}; \mu = \frac{f(\beta)}{\sqrt{\rho}}.$$

Les expressions de dN et de dX prennent alors la forme:

$$dN = \frac{1}{\sqrt{\rho}}[F(\alpha)d\alpha \, A + f(\beta)d\beta],$$

$$dX = \sqrt{\rho}[F(\alpha)d\alpha \, A - f(\beta)d\beta \, B],$$

ou, en posant

$$\int F(\alpha)d\alpha = \alpha_1; \quad \int f(\beta)d\beta = \beta_1,$$

$$dN = \frac{}{\sqrt{\rho}}(Ad\alpha_1 + Bd\beta_1);$$

$$dX = \sqrt{\rho}(Ad\alpha_1 - Bd\beta_1).$$

La première de ces équations est l'équation différentielle d'un système isotherme de la sphère de Gauss. La seconde montre qu'à tout système isotherme de la surface de Gauss correspond une surface minima, ayant ce système isotherme pour représentation sphérique de ses lignes de courbure.

M. PELLETREAU

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Constantine.

PROBLÈMES DE GÉOMÉTRIE

— Séance du 2 avril 1888 —

TRACER TROIS CERCLES TANGENTS DEUX A DEUX ET TANGENTS CHACUN A DEUX DES COTÉS D'UN TRIANGLE

Ce problème est connu sous le nom de problème de Malfatti.

Les trois cercles peuvent occuper, les uns par rapport aux autres, plusieurs positions différentes :

N° 1. — Les trois cercles sont à l'intérieur du triangle;

N° 2. — Deux des cercles sont dans le triangle, le troisième en sort;

N° 3. — Les trois cercles sont extérieurs au triangle;

N° 4. — Deux des cercles sont extérieurs au triangle et le troisième y rentre;

N° 5. — Deux des cercles sont dans le triangle et le troisième est tangent à deux côtés, aux mêmes points que les deux premiers cercles.

N° 6. — Même chose, seulement deux des cercles sont extérieurs au triangle.

Chacun des cas donne trois solutions, excepté le n° 1 qui n'en donne qu'une. On a donc en tout seize solutions.

Les cas n° 5 et n° 6 conduisent immédiatement à des équations du second degré, dont les racines peuvent se construire par la méthode ordinaire. Il n'y a donc pas à s'en occuper.

J'appelle : R_1, R_2, R_3, les trois rayons;

α, β, γ, les cotangentes des angles $\frac{A}{2}, \frac{B}{2}, \frac{C}{2}$.

Prenons le cas n° 1, pour lequel on a les équations :

$$(I)\quad \begin{cases} \alpha R_1 + \beta R_2 + 2\sqrt{R_1R_2} = c, \\ \beta R_2 + \gamma R_3 + 2\sqrt{R_2R_3} = a, \\ \gamma R_3 + \alpha R_1 + 2\sqrt{R_3R_1} = b, \end{cases}$$

je prends pour inconnues x et y, telles que :

$$x^2 = \frac{R_1}{R_3}, \qquad y^2 = \frac{R_2}{R_3};$$

j'ai alors les deux équations :

(1) $\alpha(\sin B - \sin C)\, x^2 + \beta \sin B y^2 + 2 \sin B xy - 2 \sin C x - \gamma \sin C = 0;$

(2) $\alpha \sin A x^2 + \beta(\sin A - \sin C)\, y^2 + 2 \sin A xy - 2 \sin C y - \gamma \sin C = 0.$

Dans un triangle, on a toujours la relation :

$$(3)\qquad \sin B - \alpha\beta(\sin B - \sin C) = \frac{\beta \sin C}{\gamma}.$$

Pour le vérifier, il suffit de remplacer α par sa valeur :

$$\frac{\beta + \gamma}{\beta\gamma - 1}.$$

Il en résulte que la courbe (I) est du genre hyperbole et qu'elle se décompose en deux droites; car, d'une part, $\frac{\beta \sin C}{\gamma}$ est une quantité toujours positive et, d'autre part, si on substitue, dans l'équation (1), les coordonnées du centre, on obtient un résultat identiquement nul, à cause de la relation (3).

Ces deux droites se coupent au centre, qui est le point :

$$x_1 = \frac{\beta \sin C}{\alpha\beta(\sin B - \sin C) - \sin B} = -\gamma \text{ et } y_1 = -\frac{x_1}{\beta} = \frac{\gamma}{\beta}.$$

En outre, elles coupent l'axe des x aux points :

$$x_2 = 0, \qquad y_2 = \pm \frac{\cos \frac{C}{2}}{\cos \frac{B}{2}}.$$

Ces droites sont faciles à construire. Il suffit de tracer un cercle dont le

rayon est pris pour unité (fig. 1). Si on fait au-dessous de Ox l'angle $\frac{C}{2}$ et l'angle $\frac{B}{2}$, on a en Q_1 le point d'intersection des deux droites et, en E et F, les points où elles coupent l'axe des y.

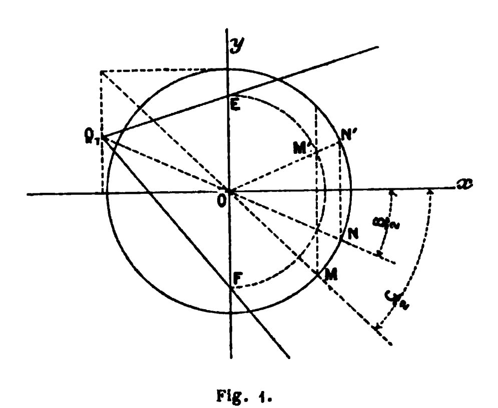


Fig. 1.

De même, l'équation (2) représente deux droites, qui se coupent au point :

$$x_3 = \frac{\gamma}{\alpha}, \qquad y_3 = -\gamma,$$

et qui rencontrent l'axe des x aux points :

$$y_4 = 0, \qquad x_4 = \pm \frac{\cos \frac{C}{2}}{\cos \frac{A}{2}}.$$

Avec la même figure, et en traçant l'angle $\frac{A}{2}$, on construira ces deux droites.

Les valeurs de x et de y sont donc données par les intersections de lignes droites. Pour achever la solution, on n'a plus qu'à se donner arbitrairement R_3 et à construire deux troisièmes proportionnelles. On a ainsi les rayons des trois cercles correspondants à un triangle semblable au triangle donné.

Il n'y a jamais qu'une solution. — Le point Q_1, intersection des droites (1), est toujours dans l'angle yOx'. Il en résulte que la droite Q_1E pénètre seule dans l'angle yOx. De même, le point J_1, intersection des droites (2), est toujours dans l'angle yOx' et une seule de ces droites pénètre dans l'angle yOx x, et y étant essentiellement positifs, il n'y aura donc qu'une solution.

Il y en a toujours une. — Une des droites (1) et une des droites (2) pénètrent toujours dans l'angle yOx. Pour qu'elles ne se rencontrent pas dans cet angle, il faudrait, en appelant H le point où la droite (2) coupe l'axe Ox, que J_1H coupe l'axe des y entre l'origine et le point E ou que la droite Q_1E coupe l'axe des x entre l'origine et le point H.

La première hypothèse conduit à l'inégalité :

$$\sin\frac{C}{2} - \sin\frac{A}{2} < \sin\left(\frac{A+C}{2}\right),$$

ce qui est impossible, puisque les angles $\frac{A}{2}, \frac{C}{2}, \frac{A+C}{2}$ sont tous les trois plus petits que 90°.

Il en est de même pour la seconde hypothèse.

Dans le cas n° 2, les équations sont :

$$\text{(II)} \quad \begin{cases} \alpha R_1 + \beta R_2 + 2\sqrt{R_1R_2} = c, \\ \beta R_2 + \gamma R_3 - 2\sqrt{R_2R_3} = a, \\ \gamma R_3 + \alpha R_1 - 2\sqrt{R_3R_1} = b. \end{cases}$$

Comme les équations (I), les équations (II) donnent deux droites utiles dont l'intersection détermine les valeurs de x et de y. La première passe par un point Q_2, symétrique du point Q_1 par rapport au centre et coupe l'axe des y au même point E que la droite Q_1E. De même, la seconde droite passe par le point H et le point J_2, symétrique du point J_1. On les a donc immédiatement.

Dans le cas n° 3, les équations sont :

$$\frac{R_1}{\alpha} + \frac{R_2}{\beta} + 2\sqrt{R_1R_2} = c.$$

$$-\frac{R_2}{\beta} + \gamma R_3 - 2\sqrt{R_2R_3} = a.$$

$$\gamma R_3 - \frac{R_1}{\alpha} - 2\sqrt{R_3R_1} = b.$$

Au moyen de la relation :

$$\beta \sin B - \frac{1}{\alpha}(\sin B + \sin C) = \frac{\sin C}{\gamma},$$

qui s'établit comme la relation (3), on trouve encore deux droites utiles qui donnent la solution.

L'une passe par le point Q_3 dont les coordonnées sont :

$$x = \gamma, \qquad y = -\beta\gamma,$$

et elle coupe l'axe des y au point E, tel que :

$$x = 0, \qquad y = \frac{\cos \frac{C}{2}}{\sin \frac{B}{2}};$$

ces points Q_3 et E_1 se déduisent facilement de Q_1 et E.

La seconde droite se construit de même.

Enfin, dans le cas n° 4, la solution se déduit de celle du n° 3, comme la solution du cas n° 2 se déduit de celle du cas n° 1.

SURFACE DU SECOND DEGRÉ TANGENTE A TROIS PLANS PERPENDICULAIRES

M. E. Lemoine a, autrefois, posé le problème suivant :

« Étant donné un ellipsoïde tangent à trois plans perpendiculaires, quelle est la courbe limite des positions que le point de contact peut occuper sur l'un des plans. » (*Nouv. Ann. de Math., 1869.* — Question 909.)

Quand on aborde le problème de front, on est rebuté par la longueur des calculs. En procédant, au contraire, du simple au composé, on arrive assez facilement à voir ce qu'il est possible de trouver.

Paraboloïde de révolution.

En écrivant, pour abréger, α_1, β_1, γ_1, au lieu de $\cos \alpha_1$, $\cos \beta_1$, $\cos \gamma_1$, les équations de trois plans tangents au paraboloïde

$$(1) \qquad y^2 + z^2 = 2px,$$

seront :

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z + \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\alpha_1} - \alpha_1\right) = 0. \\ \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z + \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\alpha_2} - \alpha_2\right) = 0. \\ \alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3 z + \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\alpha_3} - \alpha_3\right) = 0. \end{aligned} \right.$$

Les coordonnées x', y', z' du point de contact du premier de ces plans avec la surface sont :

$$x' = p\left(\frac{1 - \alpha_1^2}{2\alpha_1^2}\right); \qquad y' = -\frac{p\beta_1}{\alpha_1}; \qquad z' = -\frac{p\gamma_1}{\alpha_1}.$$

Les équations (2) donnent immédiatement :

$$x + \frac{p}{2} = 0,$$

c'est-à-dire que le plan directeur du paraboloïde tourne autour du point O.

De plus, le plan, qui est déterminé par les trois points de contact, passe par le foyer F et est perpendiculaire à FO.

Les coordonnées x et y de la courbe décrite par le point de contact dans l'un des plans, ne sont pas autre chose que les distances du point $x'y'z'$ aux deux autres plans, ce qui donne immédiatement :

$$(3) \qquad \begin{cases} x = \alpha_2 x' + \beta_2 y' + \gamma_2 z' + \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\alpha_2} - \alpha_2\right), \\ y = \alpha_3 x' + \beta_3 y' + \gamma_3 z' + \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\alpha_3} - \alpha_3\right). \end{cases}$$

Si on met pour $x'y'z'$ leurs valeurs, en tenant compte des relations qui expriment que les plans tangents sont perpendiculaires entre eux, on trouve :

$$(4) \qquad \begin{cases} x = \frac{p}{2\alpha_1}\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} + \frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right), \\ y = \frac{p}{2\alpha_1}\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_3} + \frac{\alpha_3}{\alpha_1}\right), \end{cases}$$

et, comme on a d'ailleurs :

$$(5) \qquad \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 = 1,$$

si on suppose que α_1 reste constant, le point de contact décrira une courbe S et, comme x' est constant, cette courbe peut être obtenue en faisant glisser le paraboloïde sur le plan tangent.

L'équation de cette courbe est :

$$p^2\left(\frac{1-\alpha_1^2}{\alpha_1^2}\right) = \left[\alpha_1 x + \sqrt{\alpha_1^2 x^2 - p^2}\right]^2 + \left[\alpha_1 y + \sqrt{\alpha_1^2 y^2 - p^2}\right]^2,$$

et l'élimination de α, entre cette équation et sa dérivée, donnerait la courbe cherchée.

Le degré serait si élevé qu'on ne pourrait rien en faire; mais, sans faire l'élimination, on peut voir tout ce qu'il y a d'intéressant.

Les équations (4) montrent que x et y peuvent devenir infinis dans tous les sens.

La courbe S est symétrique par rapport à la bissectrice. Elle présente donc un sommet dont l'abscisse est :

$$\delta_1 = p . \frac{(1+\alpha_1^2)\sqrt{2}}{4\alpha_1^2\sqrt{1-\alpha_1^2}}.$$

Lorsque α_2 tend vers zéro, x croît indéfiniment et y tend vers la valeur

$$\delta_1 = \frac{p}{2\alpha_1^2\sqrt{1-\alpha_1^2}},$$

c'est-à-dire que S a deux assymptotes parallèles aux axes.

L'enveloppe E des courbes S a la même forme que les courbes S. Son sommet s'obtient en cherchant le minimum de δ_1, ce qui donne :

$$\alpha_1^2 = \frac{-3+\sqrt{17}}{2} \quad \alpha_2^2 = \alpha_3^2 = \frac{5-\sqrt{17}}{4} \quad \delta_1 = \frac{\sqrt{17}-1}{2(\sqrt{17}-3)\sqrt{5-\sqrt{17}}},$$

De même, les asymptotes s'obtiennent en cherchant le minimum de δ_2, ce qui donne :

$$\alpha_1^2 = \frac{2}{3}, \qquad \alpha_2^2 = \frac{1}{3}, \qquad \delta_2 = p.\frac{3\sqrt{3}}{4}.$$

Ces résultats auraient pu s'obtenir à l'avance sans écrire aucune équation. Pour trouver le sommet et les asymptotes, il suffit, en effet, de chercher la tangente minimum et la tangente maximum, qu'on peut mener à une parabole d'un point de la directrice.

Voici enfin un dernier résultat qui est visible :

Si on appelle φ_1 et φ_2 deux angles tels que :

$$\text{tg}^2\varphi_1 = 2, \quad \text{tg}^2\varphi_2 = \frac{1+\sqrt{17}}{4},$$

et, si on trace sur la surface les deux parallèles telles que leurs plans tangents forment avec l'axe de révolution des angles φ_1 et φ_2, il n'y a que les points de la surface compris entre ces deux parallèles qui peuvent être mis en contact avec un point de la courbe limite.

Ellipsoïde de révolution.

Si on appelle p_1, p_2, p_3 les distances du centre de l'ellipsoïde aux trois plans tangents, les quantités p sont de la forme :

$$p = \sqrt{b^2 + c^2d^2},$$

avec $$c^2 = a^2 - b^2.$$

En conduisant le calcul de la même manière que pour le paraboloïde, on arrive à l'équation :

$$(1) \qquad \rho^4 \sin^2\omega \cos^2\omega (p^2 - b^2)\left[b^4(p_1^2 - b^2)(b^4 - p_1^2\rho^2) - p_1^2 P\right] = \frac{P^2}{4},$$

avec : $4p_1^2 P = b^8(a^2 + p_1^2)^2 + 2p_1^2 b^4\left[a^2b^2 - p_1^2(b^2 + 2a^2)\right]\rho^2 + b^4 p_1^4 \rho^4.$

L'équation (1) ne contient plus que α_1 et on aurait la courbe cherchée en éliminant α_1 avec l'équation dérivée. Rien à faire, évidemment, de l'équation de cette courbe limite, mais on peut étudier la courbe S en partant des valeurs de x et de y avant élimination.

Ces valeurs sont :

$$(2) \qquad x = p_2 \pm \frac{c^2\alpha_1\alpha_2}{p_1}, \qquad y = p_3 \pm \frac{c^2\alpha_1\alpha_3}{p_1},$$

qu'on peut écrire :

$$(3) \qquad (p_2 - x)^2 + (p_3 - y)^2 = \frac{c^4\alpha_1^2(1-\alpha_1^2)}{p_1^2} = \lambda^2.$$

$$(4) \qquad \frac{p_2 - x}{p_3 - y} = \pm \frac{\alpha_2}{\alpha_3}.$$

On a, du reste :

$$(5) \qquad p_2^2 + p_3^2 = 3b^2 + c^2 - p = R^2.$$

α_1 étant supposé constant, p_1 l'est aussi et on a le cercle (5). Prenons un point M sur ce cercle. A ce point correspondent des valeurs connues de p_2 et de p_3. On en réduit α_2 et α_3, puisqu'il y a déjà une relation entre α_2 et α_3. On peut donc mener par le point M les droites (4). Si on porte sur ces deux droites et dans chaque sens la longueur λ, qui est la même pour tous les points du cercle, on aura quatre points de la courbe (1), laquelle, par suite, se construit facilement.

Sur l'épure jointe au mémoire (voir planche III), cette courbe a été tracée pour diverses valeurs de α_1, parmi lesquelles il y en a deux qui présentent un caractère particulier; ce sont les valeurs φ_1 et φ_2, telles que :

$$\varphi_1^2 = \frac{-5b^2 + \sqrt{25b^4 + 16b^2c^2}}{8c^2}, \qquad \varphi_2^2 = \frac{-9b^2 + \sqrt{81b^4 + 32b^2c^2}}{16c^2}.$$

Ces valeurs de φ_1 et φ_2 sont toujours possibles et φ_2 est toujours plus petit que φ_1.

Comme points remarquables des courbes S, on a d'abord les sommets, qui sont donnés par la relation :

$$\rho = \sqrt{2b^2 + c^2(1-\alpha)_1^2}, \pm \frac{c^2\alpha_1}{p_1}\sqrt{1-\alpha^2}.$$

Il y a ensuite le point double, quand il existe, et qui correspond à :

$$\rho = \frac{b^2(a^2 + p_1^2)}{p_1\sqrt{p_1^2(b^2 + 2a^2) - a^2b^2}}$$

Si, dans les équations primitives, on fait $x = y$ pour avoir les points sur la bissectrice, on a :

$$\frac{p_1^2 - p_3^2}{p_2 + p_3} = \frac{c^2(\alpha_2^2 - \alpha_3^2)}{p_2 + p_3} = \frac{c^2\alpha_1}{p_1}(\alpha_2 - \alpha_3).$$

La solution $\alpha_3 = \alpha_2$ donne les sommets et il reste, pour le point double :

$$\frac{\alpha_1}{p_1} = \frac{\alpha_2 + \alpha_3}{p_2 + p_3}.$$

Le coefficient angulaire de la tangente au point double est alors :

$$\pm \frac{\alpha_3 p_3}{\alpha_2 p_2}.$$

Enfin, il y a les points où les tangentes sont parallèles aux axes.

Si on cherche l'intersection de la courbe avec la droite $y = b$, b étant le petit axe de l'ellipsoïde, on trouve quatre points :

Deux points H et H', qui sont donnés par $\alpha_3 = 0$;

Deux points h et h', qui sont donnés par $\alpha_3 = \pm \frac{2\alpha_1 p_1}{b}$.

De la position de ces quatre points dépend la forme de la courbe.

On voit facilement que h et h' ne peuvent exister que si α_1 est plus petit que φ_1.

L'expression générale du coefficient angulaire de la tangente est :

$$-\frac{dx}{dy} = \left[\frac{\frac{\alpha_2}{p_2} \pm \frac{\alpha_1}{p_1}}{\frac{\alpha_3}{p_3} \pm \frac{\alpha_1}{p_1}}\right] \times \frac{\alpha_3}{\alpha_2}.$$

Pour $\alpha_3 = 0$, la tangente est parallèle à l'axe, ce qui donne les points H et H' et, pour $\alpha_2 = 0$, on a les points symétriques de H et H' par rapport à la bissectrice.

La tangente est aussi parallèle à l'axe pour $\alpha_2 = \alpha$, ce qui donne :

$$x = p_1 - \frac{c^2 \alpha_1^2}{p_1},$$

c'est-à-dire : $x = \frac{b^2}{p_1}$, $y = p_3 \pm \frac{c^2 \alpha_1 \alpha_3}{p_1}$,

avec : $\alpha_3^2 = 1 - 2\alpha_1^2$.

Quand α_1^2 est plus grand que $\frac{1}{2}$, ces deux points disparaissent, et il n'y a plus que les points H et H', avec leurs symétriques, où les tangentes soient parallèles aux axes.

La forme de l'enveloppe se voit nettement quand on a tracé un certain nombre de courbes S, mais il est inutile d'aller plus loin. On voit de suite, en effet, que les points remarquables sont fonctions d'équations d'un degré supérieur au second.

Si on cherche les sommets, on est conduit à résoudre l'équation :

$$3c^2\alpha_1^6 + (5b^2 - 2c^2)\alpha_1^4 - 5b^2\alpha_1^2 + b^2 = 0;$$

une des valeurs de α_1^2 est négative et ne donne rien ; les deux autres donnent les deux sommets.

Si on a :

$$\frac{5b^2-3c^2}{2c^2}=\frac{1}{5},$$

les racines sont :

$$\alpha_1^2=\frac{1}{5} \qquad \alpha_1^2=\sqrt{\frac{7}{15}}.$$

Dans le cas général, on ne peut dire qu'une chose : c'est que l'une des valeurs de α_1^2 est comprise entre :

$$\frac{b}{2a+b} \quad \text{et} \quad \frac{b}{a+2b},$$

et l'autre entre :

$$\frac{1}{5} \quad \text{et} \quad \frac{b}{2a+b}, \quad \text{ou} \quad \frac{1}{5} \quad \text{et} \quad \frac{b}{a+2b},$$

selon que

$$\frac{5b^2-3c^2}{2c^2} \gtrless \frac{1}{5}.$$

Pour avoir les maximums et les minimums de ρ, il faudrait résoudre l'équation :

$$c^4\alpha_1^8+c^2(3c^2+7b^2)\alpha_1^6+(b^2c^2-2c^4+9b^4)\alpha_1^4-b^2(5c^2+9b^2)\alpha_1^2+b^2(b^2+c^2)=0.$$

Il n'est pas étonnant que, contrairement au cas du paraboloïde, on ne puisse pas trouver les points remarquables par le second degré, car le problème revient à mener une tangente minimum et une tangente maximum à une ellipse, d'un point d'un cercle dont le rayon est $R=\sqrt{a^2+b^2}$.

Dans ce cas, comme dans le précédent, tous les points de la surface, qui peuvent être mis en contact avec un point de la courbe limite, sont compris entre deux parallèles dont la détermination est également fonction d'une équation d'un degré supérieur au second.

Ellipsoïde quelconque.

Ce qui précède montre qu'il n'y a pas lieu de chercher l'équation de la courbe limite. On ne peut même pas songer à déterminer les points remarquables. Tout ce qu'on peut faire, c'est donc d'étudier les courbes décrites par le point de contact quand on impose aux axes de l'ellipsoïde certaines conditions de direction.

On peut supposer, par exemple, que l'un des axes ait une direction constante et qu'un des deux autres fasse un angle constant avec l'un des plans.

Les équations sont, dans ce cas :

$$(p_2-x)^2+(p_3-y)^2=\lambda^2,$$

$$\frac{p_2 - x}{p_3 - y} = \frac{(a^2 - c^2)\alpha_1\alpha_2 + (b^2 - c^2)\beta_1\beta_2}{(a^2 - c^2)\alpha_1\alpha_3 + (b^2 - c^2)\beta_1\beta_3},$$

avec :

$$p_1^2\lambda^2 = (a^2 - c^2)\alpha_1^2(1 - \alpha_1^2) + (b^2 - c^2)\beta_1^2(1 - \beta_1^2) - 2(a^2 - c^2)(b^3 - c^2)\alpha_1^2\beta_1^2,$$

et

$$p_2^2 + p_2^3 = R^2 = a^2 + b^2 + c^2 - p_1^2.$$

On construirait donc la courbe, comme dans le cas précédent, au moyen du cercle et de la longueur λ. La discussion se ferait, du reste, en cherchant les intentions de la courbe avec les droites $y = c$ et $y = b$, les sommets, et les points où les tangentes sont parallèles aux axes.

Étant donnés les résultats trouvés pour l'ellipsoïde de révolution, faire cette discussion complètement serait sans doute produire un travail bien pénible pour un résultat bien mince.

Charles BERDELLÉ

Ancien Garde général des forêts, à Rioz (Haute-Saône).

RÉPONSE A QUELQUES OBJECTIONS CONTRE L'ARITHMÉTIQUE DIRECTIVE.

— *Séance du 2 avril 1888* —

A la mémoire de M. F. VALLÈS.

Première objection. — Il semble que les notations et conventions proposées sont loin de constituer une amélioration, relativement à celles de Bellavitis.

A cette objection, il y a plusieurs réponses à faire.

La première, c'est que les notations et conventions proposées sont les unes empruntées à l'algèbre ordinaire et ont été, les autres employées par Argand (1806) et sont par conséquent toutes plus anciennes que celles de Bellavitis (1832), de manière qu'il y aurait lieu de retourner la question ci-dessus.

Maintenant, examinons la chose en détail :

1° Vaut-il mieux écrire avec Argand :

$$\overline{AB} + \overline{BC} = \overline{AC},$$

ou avec Bellavitis :

$$AB + BC \;\backsimeq\; AC.$$

Tant qu'il s'agira de lignes désignées, comme dans les traités de géométrie, par des lettres placées à leurs extrémités, l'une et l'autre manières

sont bonnes. Mais, dès qu'il s'agit de questions particulières et numériques, la conservation de l'ancien signe d'égalité est indispensable, car on ne peut changer de signes selon qu'on égalisera des nombres réels ou des nombres imaginaires.

2° Puisque le ramun est soumis aux mêmes règles de calcul que $i=\sqrt{-1}$, pourquoi ne se servirait-on pas de cette lettre i, aussi commode à énoncer qu'à écrire ?

3° Le signe $\mathcal{E}$, employé par Bellavitis comme synonyme de e^i, peut être employé dans mon système de calculs aussi bien que la notation $1^{\frac{1}{\pi}}$ par laquelle je le remplace.

Seulement, si les signes $\mathcal{E}$ et e^i sont plus commodes lorsqu'on détermine l'inclinaison d'une droite dirigée d'après des longueurs d'un arc de circonférence évalué en raison du rayon ; si les signes $i^{\frac{2}{\pi}}$ et $\sqrt{\ }^{\frac{2}{\pi}}$ le sont plus quand cette inclinaison est exprimée en fraction de l'angle droit ; il est évident aussi que $1^{\frac{1}{2\pi}}$ sera plus commode quand une direction est indiquée en fraction de la circonférence.

Chacune des notations employées a donc son utilité particulière, ne serait-ce que pour permettre de poser des égalités comme celles-ci :

$$e^i = 1^{\frac{1}{2\pi}}, \qquad e^{i\alpha} = 1^{\frac{\alpha}{2\pi}},$$

égalites qui expriment très laconiquement deux théorèmes de géométrie assez compliqués, qu'on trouve dans ma communication de Toulouse.

Mes notations ne sont donc pas absolument indispensables dans mes calculs, quoique plus commodes dans certains cas. Mais elles ont l'avantage de rendre la partie la plus élémentaire de mes théories accessible à ceux qui ne connaissent ni la série e, ni son rôle dans la théorie des logarithmes.

Seconde objection. — Il semble que la non réductibilité de $(a+bi)^{m+ni}$ à la forme $p+qi$ provient d'une sorte de paradoxe.

Paradoxe, soit ! c'est-à-dire opinion contraire à celle qui est généralement admise. Mais si cette opinion est accompagnée d'une démonstration comme celle qui termine ma communication de Toulouse, ce paradoxe peut passer, comme le paradoxe hydrostatique, à l'état de vérité reconnue.

Qu'on me permette ici d'exprimer le désir qu'un savant analyste veuille bien s'occuper de l'étude de la courbe :

$$\overline{\mathrm{OP}} = l\,(1^0 + 1^x) = \frac{1^x}{1} - \frac{1^{2x}}{2} + \frac{1^{3x}}{3} - \frac{1^{4x}}{4} \cdots$$

Troisième objection. — Il semble que les tentatives faites dans cet ordre d'idées pour représenter les faits géométriques de l'espace, soit par moi, soit par mes prédécesseurs, resteront forcément au-dessous des grandes conceptions de Hamilton, parce que celles-ci reposent sur la nature des choses, tandis que celles-là présentent toujours quelque chose d'artificiel.

Si mes prédécesseurs ne sont pas parvenus à appliquer le calcul directif à l'espace, cela est dû à des circonstances dont ils ne sont pas responsables, à des conventions qui paraissent indifférentes et qui ne l'étaient pas. Si, au lieu de parler de latitudes et d'altitudes astronomiques, on avait plus souvent employé les distances polaires et zénithales: si, au lieu de prendre une ligne horizontale comme origine des inclinaisons, et même l'horizon comme le lieu des inclinaisons réelles (plan des *xy*), l'on s'était conformé au sens vulgaire de ce mot et qu'on eût pris pour cette origine la verticale montante ; si on avait pris cette même verticale montante comme axe des nombres réels positifs, Argand, Faure, et au plus tard Vallès seraient parvenus, avant moi, à joindre aux idées de longueur et d'inclinaison celle de déclinaison ou orientation.

Or, ces trois idées, *longueur*, *inclinaison*, *déclinaison*, sont aussi naturelles, aussi peu artificielles que celles sur lesquelles reposent les grandes conceptions de Hamilton. Si les conceptions de Hamilton sont grandes, les miennes me semblent plus accessibles à des hommes d'une science bornée comme la mienne. Maintes vérités ont été découvertes par les plus hauts calculs, que de grands savants n'ont pas dédaigné vulgariser au moyen des démonstrations de la géométrie la plus élémentaire.

C'est le moment ici de rendre ceux qui voudraient essayer de mon calcul directif dans l'espace attentifs à des distinctions subtiles, qu'il n'y a pas lieu de faire quand on reste dans le plan.

Dans notre communication de Nancy, nous avons dit :

Règle VI. —Une rotation oblique peut toujours être considérée comme la résultante d'une rotation méridienne et d'une rotation équatoriale.

$$1^{(a+b)1^{(\alpha+\beta)}} = \cos(a+b) + \sin(a+b)\left(i\cos(\alpha+\beta) + i^i \sin(\alpha+\beta)\right).$$

La formule que nous donnons à l'appui de la règle est juste, mais seulement dans le cas exceptionnel où la rotation à subir s'applique au rayon qui sert de point de départ à cette rotation, c'est-à-dire à 1^{a1^α}, mais ne l'est plus s'il faut opérer cette rotation sur un autre rayon quelconque 1^{m1^μ}.

Voici comment il faut opérer dans ce cas général : faire subir à tout le système une rotation méridienne amenant le point de départ de la rotation oblique à effectuer à l'axe vertical ascendant. Cela se fait en divisant tous les rayons qui entrent dans le calcul par 1^{a1^α} (ou en les multipliant par $1^{(-a)^\alpha}$.

La rotation à effectuer est ainsi devenue méridienne et peut s'effectuer par une multiplication ; après quoi, par une dernière multiplication, on fait rebasculer le système de manière à ramener 1^{a1^α} à sa première position. Le tout est rendu par la formule suivante, où nous indiquerons par $\times\left(1^{(a+b)1^{(\alpha+\beta)}} : 1^{a1^\alpha}\right)$ la rotation suivant le grand cercle oblique passant par ces deux rayons, qui ramène 1^{a1^α} sur $1^{(a+b)1^{\alpha+\beta}}$:

$$1^{m1^\mu} \times \left(1^{(a+b)1^{\alpha+\beta}} : 1^{a1^\alpha}\right) = \left(\frac{1^{m1^\mu}}{1^{a1^\alpha}}\right) \times \left(\frac{1^{(a+b)1^{(\alpha+\beta)}}}{1^{a1^\alpha}}\right) \times 1^{a1^\alpha}.$$

Expression dans laquelle il n'y a rien à simplifier, à cause de la non-commutativité des rotations successives en dehors d'un même plan. Malgré sa complication en regard de celle qui servirait dans le plan, c'est cependant une formule générale dont celle qui servirait dans le plan n'est qu'un cas particulier. En effet, dans le plan :

$$a : b = \frac{1}{b} \times \frac{a}{b} \times b = \frac{a}{b}$$

La formule, que nous avons citée plus haut comme insuffisante pour appuyer notre règle dans le cas le plus général, nous servira de transition pour signaler une espèce particulière de courbes et de surfaces gauches que nous désignerons (si, antérieurement à nous, on ne les a dénommées autrement) du nom d'*hélices sphériques*. Elles répondent aux formules suivantes :

$$\overline{OP} = 1^{x1^{ax}} = \cos x + \sin x\,(i \cos ax + i' \sin ax).$$

Elles résultent du mouvement de rayons qui, partant dans une sphère de l'un des pôles, marcheront de façon que leur longitude soit toujours dans un rapport constant a avec leur distance polaire. La plus remarquable de ces hélices sera sans contredit celle où longitude et distance polaire seront toujours égales. Elle sera rendue par les formules suivantes :

$$\overline{OP} = 1^{x1^x} = e^{ixe^{ix}} = \mathcal{E}^{x\,\mathcal{E}_x} = \cos x + \sin x\,(i \cos x + i' \sin x).$$

Mais, pour en revenir à la défense de notre système d'arithmétique directive dans l'espace, nous citerons le mot du célèbre mathématicien d'Alembert à un jeune homme qui lui demandait d'éclaircir certaines difficultés de théories : « Allez, Monsieur, allez, et la foi vous viendra ».

Ce mot doit s'appliquer surtout quand il s'agit de nouveaux moyens pour découvrir la vérité, car la bonté d'un nouvel outil de recherches ne peut s'apprécier, comme celle d'un nouvel outil quelconque, que par un fréquent usage auquel j'invite les mathématiciens de l'Association.

M. C.-A. LAISANT

Docteur ès sciences, à Paris.

SUR UNE PROPRIÉTÉ DES TANGENTES AUX CONIQUES

— *Séance du 2 avril 1888* —

1. — Considérons les deux tangentes menées à une ellipse par un point P extérieur ; soient E, E′ les points de contact (fig. 1).

Si nous considérons le diamètre A′OA qui passe par P, et le diamètre conjugué B′OB, l'équipollence de la courbe peut s'écrire :

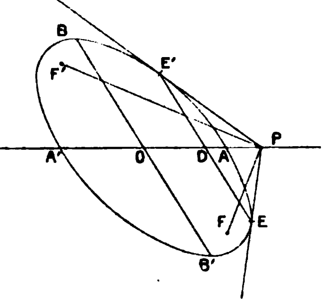


Fig. 1.

(1) $$\text{X} \mathrel{\underline{\frown}} \text{A}z + \text{B}\sqrt{1 - z^2},$$

et il suffira de faire varier le paramètre z de 0 à ± 1.

En donnant à z une valeur quelconque dans ces limites, et prenant le radical $\sqrt{1 - z^2}$ avec ses deux signes, nous aurons les deux points E, E′

(2) $$\left\{ \begin{array}{l} \text{E} \mathrel{\underline{\frown}} \text{A}z - \text{B}\sqrt{1 - z^2}, \\ \text{E}' \mathrel{\underline{\frown}} \text{A}z + \text{B}\sqrt{1 - z^2}, \end{array} \right.$$

et le point P sera donné par $\text{P} \mathrel{\underline{\frown}} \text{E} + u\text{Ɑ}\text{E}$ ou $\text{P} \mathrel{\underline{\frown}} \text{E}' + v\text{Ɑ}\text{E}$, en faisant $u = v = \dfrac{1 - z^2}{z}$, c'est-à-dire qu'on aura :

(3) $$\text{P} \mathrel{\underline{\frown}} \text{A}\left(z + \frac{1 - z^2}{z}\right) \mathrel{\underline{\frown}} \frac{\text{A}}{z}.$$

De là :

$$\text{PE} \mathrel{\underline{\frown}} \text{A}\left(z - \frac{1}{z}\right) - \text{B}\sqrt{1 - z^2},$$

$$\text{PE}' \mathrel{\underline{\frown}} \text{A}\left(z - \frac{1}{z}\right) + \text{B}\sqrt{1 - z^2},$$

et,

(4) $$\text{PE}.\text{PE}' \mathrel{\underline{\frown}} (1 - z^2)\left[\text{A}^2\,\frac{1 - z^2}{z^2} - \text{B}^2\right].$$

D'un autre côté, F et F′ étant les deux foyers, on sait que :

$$F = -F' = \sqrt{A^2 + B^2},$$

d'où :

$$(5) \qquad PF.PF' = \frac{A^2}{z^2} - A^2 - B^2 = A^2\,\frac{1-z^2}{z^2} - B^2.$$

Donc,

$$(6) \qquad \frac{PE.PE'}{PF.PF'} = 1 - z^2 = 1 - \frac{OA^2}{OP^2} = \frac{PA.PA'}{PO^2}.$$

Cette relation (6) nous montre d'abord que les angles EPF, F′PE′ sont égaux, propriété connue, et elle nous donne en outre, comme on le voit, une expression simple du rapport entre le produit des deux tangentes et celui des deux longueurs PF, PF′.

Si l'on prend l'intersection D de la corde des contacts EE′ avec le diamètre AA′, on peut encore écrire :

$$(7) \qquad \frac{PE.PE'}{PF.PF'} = \frac{A'D.DA}{OA^2} = \frac{PD}{PO}.$$

La relation (6) fait ressortir cette conséquence immédiate, que si P se déplace sur une ellipse homothétique à l'ellipse donnée, par rapport au centre, le rapport $\frac{PE.PE'}{PF.PF'}$ reste constant.

On voit aussi que si l'on considère deux ellipses homofocales (E) et (E_1), on a :

$$\frac{PE.PE'}{PE_1.PE'_1} = \frac{PA.PA'}{PA_1.PA'_1},$$

c'est-à-dire que le rapport

$$\frac{PE.PE'}{PA.PA'}$$

est le même pour toutes les ellipses de ce système homofocal.

Quand le point P se déplace sur une cassinoïde de foyers F, F′ l'expression

$$\frac{PE.PE'}{PA.PA'}\,PO^2$$

reste constante et égale au paramètre de la cassinoïde.

2. — Pour étendre à l'hyperbole les propriétés qui précèdent, il y a une distinction à établir. Si le point extérieur P est dans le même angle des asymptotes que l'une des branches de la courbe, les deux points de contact

H, H' (fig. 2) seront sur cette même branche. L'équipollence de l'hyperbole étant :

(1') $$x = Az + B\sqrt{z^2 - 1},$$

nous devrons faire varier z de $+1$ à $+\infty$ et de -1 à $-\infty$. Donnant à

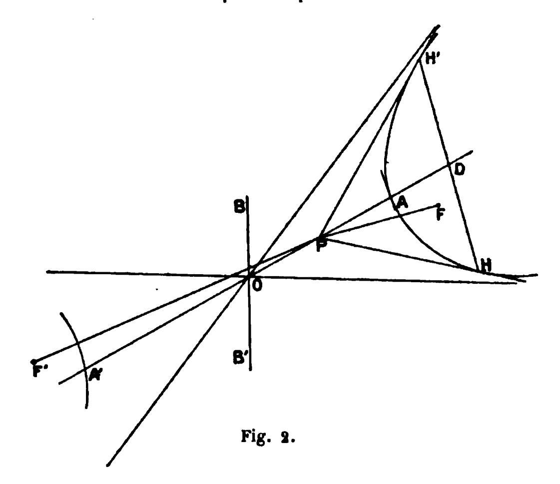


Fig. 2.

z une valeur quelconque dans ces limites et prenant le radical avec ses deux signes, il viendra :

(2') $$\left\{\begin{aligned} H &= Az - B\sqrt{z^2 - 1}, \\ H' &= Az + B\sqrt{z^2 - 1}, \end{aligned}\right.$$

et comme ci-dessus on trouvera :

(3') $$P = \frac{A}{z},$$

(4') $$PH.PH' = (z^2 - 1)\left[A^2\frac{z^2 - 1}{z^2} - B^2\right],$$

et, d'autre part :

(5') $$PF.PF' = -\left[A^2\frac{z^2 - 1}{z^2} - B^2\right],$$

F étant égal à $-F'$ et à $\sqrt{A^2 - B^2}$.

De là :

(6') $$\frac{PH.PH'}{PF.PF'} = 1 - z^2 = \frac{PA.PA'}{PO^2},$$

expression identique à celle du numéro précédent, mais qui est essentiellement négative, le point P étant situé ici entre les points A et A'. La seule différence géométrique qui s'ensuive, c'est que les angles HPF, H'PF' sont ici, non plus égaux, mais supplémentaires.

Nous n'insistons pas sur les conséquences qu'on pourrait tirer de cette formule (6′), laquelle s'écrit encore :

$$(7') \qquad \frac{\text{PH}.\text{PH}'}{\text{PF}.\text{PF}'} = \frac{\text{A}'\text{D}.\text{DA}}{\text{OA}^2},$$

en appelant D l'intersection de la corde des contacts HH′ avec le diamètre AA′.

Prenons maintenant le point P (fig. 3) dans l'un des angles des asymptotes où n'est pas située la courbe. Les points de contact H, H′ seront sur chacune des deux branches.

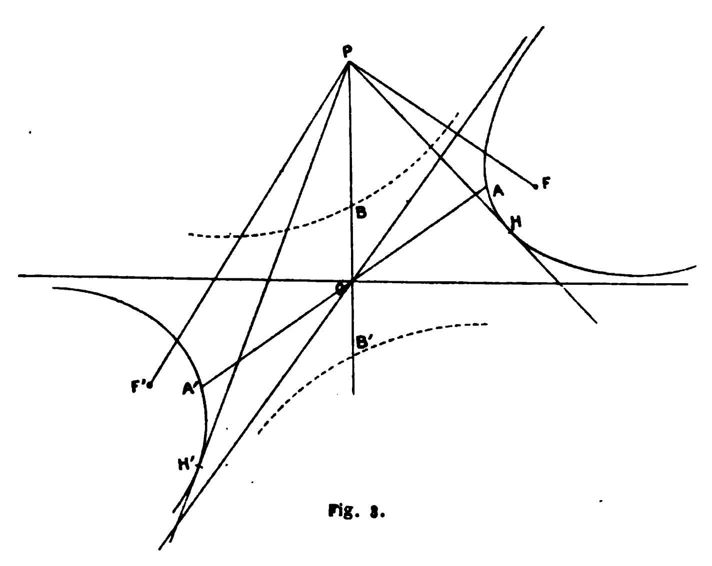


Fig. 3.

L'équipollence étant toujours écrite sous la forme (1′), et le radical $\sqrt{z^2-1}$ étant pris par exemple négativement, donnons à z deux valeurs égales et de signes contraires, et nous aurons les deux points H, H′ :

$$(2'') \qquad \left\{ \begin{aligned} \text{H} &= \text{A}z - \text{B}\sqrt{z^2-1}, \\ \text{H}' &= -\text{A}z - \text{B}\sqrt{z^2-1}, \end{aligned} \right.$$

dont les tangentes correspondantes concourent en P, sur le diamètre non transverse BOB′, de telle sorte qu'on a :

$$(3'') \qquad \text{P} = \frac{\text{B}}{\sqrt{z^2-1}}.$$

De là:

$$\text{PH} = \text{A}z - \text{B}\left(\sqrt{z^2-1} + \frac{1}{\sqrt{z^2-1}}\right),$$

$$\text{PH}' = -\text{A}z - \text{B}\sqrt{z^2-1} + \left(\frac{1}{\sqrt{z^2-1}}\right),$$

et :

$$(4'') \qquad \text{PH.PH}' = z^2\left(-\text{A}^2 + \text{B}^2\frac{z^2}{z^2-1}\right).$$

D'un autre côté, on a facilement :

$$(5'') \qquad \text{PF.PF}' = -\text{A}^2 + \text{B}^2\frac{z^2}{z^2-1}.$$

Donc :

$$(6'') \qquad \frac{\text{PH.PH}'}{\text{PF.PF}'} = z^2 = 1 + \frac{\text{OB}^2}{\text{OP}^2}.$$

La forme qu'on obtient ici est, comme on le voit, un peu différente de celle que nous avions précédemment. Nous nous bornerons à faire remarquer que le rapport $\frac{\text{PH.PH}'}{\text{PF.PF}'}$, reste constamment égal à 2 lorsque le point P se déplace sur l'hyperbole complémentaire.

3. — Il est possible, pour la parabole, de trouver une propriété analogue, qu'on pourrait d'ailleurs déduire de celle de l'ellipse, mais que nous établirons directement. P (fig. 4) étant un point extérieur à la courbe, PC, PC′ les deux tangentes, menons le diamètre PG passant par P. L'équipollence de la parabole sera :

$$\text{x} = t^2\text{A} + t\text{B},$$

en appelant A une droite égale à $\frac{1}{2p}$ dirigée suivant PG, et B une droite égale à l'unité, dirigée suivant la tangente au point G.

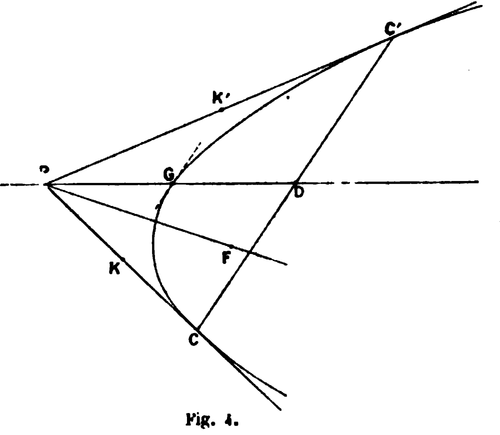


Fig. 4.

Alors :

$$\text{C} = t^2\text{A} - t\text{B},$$
$$\text{C}' = t^2\text{A} + t\text{B},$$
$$\text{P} = -t^2\text{A},$$

et l'on sait de plus que :

$$\text{F} = -\frac{\text{B}^2}{4\text{A}}.$$

De là :

$$\text{PC} = 2t^2\text{A} - t\text{B}, \qquad \text{PC}' = 2t^2\text{A} + t\text{B},$$
$$\text{PC.PC}' = t^2(4\text{A}^2t^2 - \text{B}^2),$$

$$PF = \frac{1}{4A}(4A^2t^2 - B^2),$$

et :

$$\frac{PC.PC'}{PF} = 4At^2 = -4P = 4PG,$$

$$PC.PC' = 4PG.PF,$$

relation qu'on peut aussi écrire :

$$PC.PC' = 2PD.PF,$$

D étant le point de rencontre de la corde CC′ avec le diamètre PG.

De là encore :

$$\frac{PC}{PD} = \frac{PF}{\frac{1}{2}PC'} = \frac{PF}{PK'},$$

en appelant K′ le milieu de PC′, si bien que nous remarquons que les triangles PDC, PK′F sont directement semblables, ce qui donne assurément la construction la plus simple du foyer d'une parabole dont on connaît deux tangentes et les points de contact.

2PD étant égal à PC + PC′, on a enfin :

$$\frac{1}{PF} = \frac{1}{PC} + \frac{1}{PC'}, \quad \text{ou} \quad \frac{2}{PF} = \frac{1}{PK} + \frac{1}{PK'},$$

K et K′ étant les milieux de PC, PC′; par conséquent F *est le centre harmonique des points* K *et* K′ *par rapport au point* P.

Nous laissons au lecteur le soin de tirer de cette propriété les conséquences géométriques qu'elle entraîne.

M. SYLVESTER

Professeur à l'Université d'Oxford, Correspondant de l'Institut de France.

SUR CERTAINS CAS DU THÉORÈME DE DIRICHLET REGARDANT LES SÉRIES ARITHMÉTIQUES

— Séance du 3 avril 1888 —

Le facteur irréductible du plus haut degré de la fonction $x^N - 1$ se nomme fonction cyclolomique de x à l'indice N. On sait (voir *American Journal of Mathematics*, 1879) que tout nombre premier diviseur d'un cyclolome à l'indice I sera de la forme $\mu I + 1$, sauf que, pour valeurs spéciales de N, il y

aura, pour certaines valeurs de x, un facteur qu'on peut nommer singulier, qui sera un diviseur de l'indice.

Donnons à I toutes les valeurs de 1 jusqu'à infinité et assignons à x une valeur (disons B) qu'on peut regarder comme une base; alors il surgit une infinité de nombres entiers, constituant un univers numérique de nombres entiers par rapport à cette base. Or, j'ai démontré dans le journal *Nature*, le mois passé, que tous ces entiers (si on fait abstraction des diviseurs singuliers, quand il y en a) seront premiers entre eux.

Dans l'univers dont je parle, prenons les nombres cyclolomiques qui correspondent à un nombre I quelconque et à tous ses multiples : les facteurs ordinaires d'une de ces formes seront premiers aux facteurs ordinaires de toute autre forme : ainsi, on obtient une infinité de nombres premiers distincts entre eux et chacun de la forme $\mu I + 1$.

Passons au cas plus difficile où l'on veut démontrer qu'il y a un nombre infini de nombres premiers de la forme $\mu I - 1$. Ici, pour l'instant, je me borne à la supposition que I soit la puissance d'un nombre premier p.

Pour venir à l'encontre de cette partie de la théorie, il faut se servir d'un autre univers de formes que je nommerai provisoirement demi-cyclolomes (ou cyclolomes à cosinus), dont les degrés, pour le même indice, seront les moitiés des degrés des cyclolomes ordinaires. Si on divise une fonction cyclolomique en x par une puissance convenable de x, il devient une fonction rationnelle de moitié degré de $x + \frac{1}{x}$: disons de X.

Or, on sait (voir l'article du journal américain cité) que tout nombre premier diviseur d'une fonction demi-cyclolomique en X, à l'indice I, sera de l'une ou l'autre des deux formes $\mu I + 1$, $\mu I - 1$, sauf que, pour certaines valeurs de I et pour certaines valeurs de x, qui y correspondent, il faut enlever un facteur singulier, qui sera un diviseur de l'indice.

Je distingue les quatre cas :

(1) $p = 8\mu + 7$ ou $8\mu + 5$.

(2) $p = 8\mu + 3$,

(3) $p = 2$,

(4) $p = 8\mu + 1$.

Je forme un univers de formes en donnant à X une valeur constante qu'on traite comme base.

Sauf les facteurs singuliers, tous les entiers qui constituent cet univers seront premiers entre eux.

Dans le cas (1), je prends pour base un nombre quelconque congru à zéro.

Dans le cas (2), je prends pour base un nombre quelconque congru à -2, et dans le cas (3) congru à -1.

Par rapport à p^α comme module, α étant un nombre quelconque donné, je prends les formes qui correspondent aux indices :

$$p^\alpha, \quad p^{\alpha+1}, \quad p^{\alpha+2}, \ \ldots\ldots,$$

et je démontre que, dans chacun des trois cas, toutes ces formes contiendront nécessairement un (au moins) facteur premier de la forme $\mu p^\alpha - 1$; conséquemment, il y aura un nombre infini de nombres premiers de cette forme.

Dans le cas (4), je mets :

$$p = 2^i\mathrm{K} + 1,$$

où K est un nombre impair.

Je prends un nombre entier arbitraire θ et je trouve r, s, deux racines primitives de $p^{\alpha+\theta}$, telles que $r.s \equiv 1 \left[\text{mod.}\, p^{\alpha+\theta}\right]$, et je prends pour base un nombre quelconque congru à $r^\mathrm{K} + s^\mathrm{K}\left[\text{mod.}\ p^{\alpha+\theta}\right]$.

Alors, je démontre qu'en prenant les indices :

$$p^\alpha, \ p^{\alpha+1}, \ p^{\alpha+2}, \ \ldots\ldots, \ p^{\alpha+\theta},$$

les nombres cyclolomiques qui correspondent à la base supposée contiendront chacun un diviseur premier au moins de la forme $\mu p^\alpha - 1$.

Donc, il y aura au moins $\theta + 1$ nombres premiers distincts, de la forme $\mu p^\alpha - 1$, et puisque θ est aussi grand qu'on le veut, le nombre des nombres premiers de cette forme sera infini. Ainsi, quelle que soit la forme du nombre premier p, il y aura toujours un nombre infini de nombres premiers de la forme $\mu\mathrm{A} - 1$, quand A est une puissance d'un nombre premier.

J'ai trouvé les moyens de faire l'extension de la méthode à d'autres valeurs de A, en dehors du cas où il est une puissance d'un nombre premier, par exemple au cas de $\mathrm{A} = 2^\alpha . 3^\beta$. Mais je m'abstiens de les reproduire :

1° Parce que les détails seraient ennuyeux;

2° Parce que j'entrevois la probabilité que je pourrai obtenir une preuve du théorème pour le cas où A est un nombre quelconque.

Le théorème de Dirichlet nous enseigne que A et B étant premiers entre eux, $\mathrm{A}x + \mathrm{B}$ contient un nombre infini de nombres premiers.

Si $\mathrm{A} = 3$, 4 ou 6, B sera nécessairement congru à $+1$ ou -1, et conséquemment pour ces trois cas, ma méthode suffit à donner une preuve complète de ce théorème.

M. L.-J.-A. DE COMMINES DE MARSILLY

à Auxerre.

RÉFUTATION DE L'INTERPRÉTATION DE LA GÉOMÉTRIE NON EUCLIDIENNE ESSAYÉE PAR M. BELTRAMI

— Séance du 3 avril 1888 —

1. — L'*Essai d'interprétation de la géométrie non euclidienne*, dû à M. Beltrami (*), a eu son heure de célébrité ; paru effectivement dans un moment où l'attention des géomètres était attirée sur les principes fondamentaux de la géométrie élémentaire et où l'on publiait divers travaux sur la géométrie non euclidienne, il semblait donner, dans les lignes géodésiques des surfaces à courbure constante négative, un corps réel à des spéculations qui n'avaient, jusqu'alors, trouvé aucune application concrète. Aussi Houël s'empressa-t-il de traduire l'œuvre du savant professeur italien et de la publier dans les *Annales scientifiques de l'École normale supérieure* (**). M. de Tilly s'efforça de montrer que ces théories concordaient avec les principes émis par lui dans ses *Études de mécanique abstraite* (***). Et il faut reconnaître que, en dehors de son opportunité, le travail de M. Beltrami se recommandait aux géomètres par la vaste érudition qui y est déployée relativement à la théorie des surfaces et à la géométrie non euclidienne, par la variété et l'ingéniosité des aperçus, aussi bien que par le soin avec lequel les diverses questions y sont traitées. Mais ces qualités brillantes et, disons-le aussi, une certaine obscurité, résultant fatalement de nombreux renvois à des mémoires antétérieurs et à des notes, ont masqué certaines inadvertances qui semblent infirmer les résultats proclamés par l'auteur. En tout cas, je crois ceux-ci inexacts et je m'efforce de le montrer dans le présent travail. Je dois constater ici que MM. Bellavitis et Genocchi ont déjà élevé des doutes sur la valeur des assertions de M. Beltrami; mais je connais leurs doutes seulement par une lettre de M. Genocchi, insérée dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* (****), et je ne puis décider si leurs objections sont ou non identiques aux miennes. Je me propose ici de relever plusieurs

(*) *Saggio di interpretazione della geometria non euclidea*, Giornale di Matematica, t. VI, 1868.
(**) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 1re série, t. VI, 1869.
(***) *Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, 2e série, t. XXX, 1870.
(****) *Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, 2e série, t. XXXVI, 1873.

inadvertances de M. Beltrami, puis ensuite de prouver que ses résultats sont faux. On ne peut donc pas, comme on le fait aujourd'hui, s'appuyer sur les résultats obtenus par ce géomètre pour affirmer que *le principe connu sous le nom de postulatum d'Euclide ne pourra jamais être démontré par le raisonnement.*

2. — Avant de prendre à partie le Mémoire de M. Beltrami, il importe d'en donner une idée générale et d'en retracer les lignes principales. Je me servirai à cet effet de la traduction du mémoire donnée par Houël dans les *Annales scientifiques de l'École normale supérieure :* c'est la seule que j'ai lue.

Le Mémoire de M. Beltrami repose sur des théories exposées dans deux mémoires antérieurs intitulés, l'un : *Résolution du problème de reporter les points d'une surface sur un plan, de manière que les lignes géodésiques y soient représentées par des lignes droites* (*), et l'autre : *Sur les variables complexes dans une surface quelconque* (**). L'auteur croit avoir démontré, dans le premier de ces deux Mémoires, que les surfaces à courbure constante, positive ou négative, jouissent de la propriété que leurs lignes géodésiques peuvent être représentées sur un plan par des lignes droites et que, si on rapporte, sur ces surfaces à courbure constante, les lignes géodésiques à deux d'entre elles se coupant orthogonalement, prises pour axes directeurs, les coordonnées d'un point étant les distances mesurées sur les axes de l'origine aux pieds des deux géodésiques passant par le point et orthogonales aux axes, on trouve que les lignes géodésiques sont représentées par des équations linéaires entre les coordonnées dont il s'agit (***). M. Beltrami croit encore qu'en désignant par u, v les coordonnées que nous venons de définir, la condition essentielle d'une surface, où les lignes géodésiques sont susceptibles d'être liées entre elles par des relations linéaires, est de satisfaire à l'équation :

$$du\,d^2v - dv\,d^2u = 0.$$

Il affirme que les surfaces à courbure constante sont les seules à y satisfaire; l'arc élémentaire de la ligne géodésique est alors donné par la formule :

$$ds = \mathrm{R}\frac{\sqrt{(a^2+v^2)\,du^2 - 2uv\,du\,dv + (a^2+u^2)\,dv^2}}{a^2+u^2+v^2},$$

où R représente le rayon moyen de courbure et a une constante arbitraire.

Dans l'*Essai d'interprétation, etc.*, M. Beltrami observe que les constantes arbitraires a et R, supposées réelles dans le premier Mémoire,

(*) *Annali di Matematica*, 2e série, t. I; cité dans la note I de l'*Essai d'interprétation*, *Ann. scient. de l'Éc. norm. sup.* t. VI, p. 282.
(**) *Annali di Matematica*, 2e série, t. I, *Ann. scient. de l'Éc. norm. sup.*, t. VI, 1869, p. 256.
(***) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, t. VI, 1869, *passim*, notamment p. 255.

peuvent être aussi bien imaginaires ; ce qui rend la courbure $\frac{1}{R^2}$ négative et permet de transporter aux surfaces à courbure constante négative les résultats acquis d'abord pour les surfaces à courbure constante positive. Donc il annonce que, sur les surfaces à courbure constante négative, les lignes géodésiques, rapportées à deux d'entre elles de la manière exposée plus haut, ont des équations linéaires ; la valeur élémentaire de leur arc est d'ailleurs donnée par la formule :

$$ds = R\frac{\sqrt{(v^2 - a^2)\,du^2 - 2uvdudv + (u^2 - a^2)\,dv^2}}{u^2 + v^2 - a^2} \;(*),$$

qu'on déduit de la précédente en y remplaçant R et a respectivement par $R\sqrt{-1}$ et $a\sqrt{-1}$. L'auteur conclut de cette formule que les lignes géodésiques se coupent au point (u, v) suivant un angle θ donné par les équations :

$$\cos\theta = \frac{uv}{\sqrt{(a^2 - u^2)(a^2 - v^2)}} \qquad \sin\theta = \frac{a\sqrt{a^2 - u^2 - v^2}}{\sqrt{(a^2 - u^2)(a^2 - v^2)}}.$$

Cet angle devient donc imaginaire quand on a $u^2 + v^2 > a^2$. La portion de surface, terminée au contour $u^2 + v^2 = a^2$, est alors simplement connexe, d'après ce qui a été établi dans le Mémoire *Sur les variables complexes, etc.* (**) ; et le réseau formé sur cette portion par les lignes géodésiques coordonnées présente, autour de chaque point, le caractère de celui qui est formé par deux systèmes de droites parallèles sur un plan, c'est-à-dire que deux lignes géodésiques de même système n'ont jamais aucun point commun et deux lignes géodésiques de systèmes différents ne sont jamais tangentes entre elles. Par une suite de considérations et de calculs fort obscurs pour qui ne possède pas le Mémoire *Sur les variables complexes, etc.*, M. Beltrami montre ensuite que les u et les v de la surface connexe, égaux d'abord à ceux de la surface primitive, n'y sont plus égaux et correspondent à des valeurs très différentes des coordonnées de cette surface ; finalement, que l'équation $u^2 + v^2 = a^2$ de la surface connexe correspond à l'équation $u^2 + v^2 = 0$ $(u = 0,\ v = 0)$ de la surface primitive. Toutes les lignes géodésiques, rapportées à deux d'entre elles, prises comme axes directeurs dans les conditions précédemment définies, sont infinies, unicursales, ne se coupent qu'en un seul point quand elles se coupent et sont représentées par des équations linéaires en u et en v ; mais elles ne sont pas assujetties au *postulatum* d'Euclide ;

(*) Même volume. note I, p. 283. En réalité, la quantité sous le radical devrait être $(a^2 - v^2)\,du^2 + 2uvdudv + (a^2 - u^2)\,dv^2$; mais je n'insiste pas sur cette erreur qui peut être la suite d'une faute de transcription.

(**) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 1re série, t. VI, 1869, pp 256 et 257.

autrement dit, la somme des trois angles d'un triangle y est variable. Elles possèdent donc tous les caractères des droites dans la géométrie non euclidienne et aussi toutes leurs propriétés. M. Beltrami appelle *pseudo-sphériques* les surfaces à courbure constante négative, qui, selon lui, possèdent cette propriété remarquable. Autant ce nom-là qu'un autre, et je le conserverai d'autant plus qu'il n'a aucune portée quant aux propriétés supposées des lignes géodésiques. La surface pseudo-sphérique de révolution sera la pseudo-sphère.

Tel est le résumé, fort écourté mais exact, du Mémoire de M. Beltrami sur les surfaces à courbure constante négative. Parmi les inadvertances que j'ai cru y remarquer, j'en ai retenu deux que je vais discuter.

3. — La première est de prétendre que l'équation différentielle :

$$du d^2v - dv d^2u = 0,$$

peut déterminer la nature de la surface. Elle ne contient aucun élément de cette dernière et n'est que la seconde équation qui, avec celle de la surface, détermine la courbe. Elle équivaut à la relation :

$$v = au + b \text{ (*)},$$

où a et b sont deux constantes arbitraires, laquelle est visiblement compatible avec toute espèce de surface, que la courbure en soit positive ou négative, variable ou constante.

La seconde inadvertance, et de beaucoup la plus grave, à mon sens, a été commise dans le Mémoire *Résolution du problème, etc.* Je transcris textuellement l'exposé que M. Beltrami en fait dans la note 1 de l'*Essai d'interprétation, etc.* (**) : *Le principe qui nous a servi à résoudre le problème* (celui de reporter les points d'une surface sur un plan, de manière que les lignes géodésiques y soient représentées par des lignes droites), *est le suivant : Quand on fait correspondre, suivant une loi quelconque, les points d'une surface avec ceux d'un plan, on peut toujours prendre, pour les deux variables indépendantes* u, v, *qui doivent déterminer chaque point de la surface, les coordonnées rectangles elles-mêmes* x, y *des points correspondants du plan.* En d'autres termes, u et v étant les coordonnées superficielles d'un point et x, y les coordonnées rectangulaires de la représentation sur un plan, on est maître de poser $u = x$, $v = y$. Or, pour toute surface autre qu'une surface développable, cette assertion est inexacte ; car elle suppose les distances (géodésiques sur la surface, rectilignes sur le plan) du point aux axes directeurs égales respectivement aux distances (mesurées sur les axes) de l'origine aux lignes projetantes,

(*) Car on peut écrire $0 = du d^2v - dv d^2u = \frac{du d^2v - dv d^2u}{du^2} = d\frac{dv}{du} = 0$; d'où une première intégration donne $\frac{dv}{du} = a$, $dv = a du$, et une seconde, $v = au + b$.

(**) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 1re série, t. VI, 1869, p. 282.

ce qui est faux pour toutes les surfaces où la courbure n'est pas nulle; par suite, elle suppose que les géodésiques $u = 0$, $u =$ constante, ne se rencontrent pas, tandis qu'elles se coupent en général. C'est donc la négation systématique, dans les lignes représentatives, des propriétés des lignes représentées; et se fonder ensuite de l'absence de ces propriétés chez les lignes représentatives pour les dénier aux lignes représentées, ainsi que l'a fait M. Beltrami, paraît un cercle vicieux bien caractérisé.

4. — Les démonstrations appuyées sur l'assimilation erronée de x et y à u et à v sont par là même frappées de nullité; mais on peut se demander si les conséquences obtenues sont fausses. Je crois pouvoir l'établir, en montrant qu'elles sont inapplicables à la sphère et à la pseudo-sphère; car toutes les surfaces à courbure constante positive étant applicables sur la sphère et toutes les surfaces à courbure constante négative l'étant sur la pseudo-sphère, les relations linéaires entre les lignes géodésiques et toutes les propriétés concomitantes ne peuvent pas exister sur les premières, du moment qu'elles n'existent pas sur les secondes.

D'abord, ces propriétés n'existent pas sur la sphère. Toutes les lignes géodésiques y sont des grands cercles se coupant deux à deux en deux points; ce qui suffit à prouver qu'elles ne peuvent pas être représentées par des équations linéaires entre des arcs de grand cercle. Au surplus, on peut s'en assurer immédiatement. Soient trois diamètres désignés par (1), (2), (3) qui se coupent à angle droit, tous les grands cercles passant par l'un deux sont perpendiculaires au grand cercle déterminé par les deux autres. Prenons pour axe des v le grand cercle [1, 2] déterminé par les diamètres (1), (2), et pour axe des u le grand cercle [2, 3] déterminé par les diamètres (2), (3). Les lignes projetantes sont, pour les v, les grands cercles passant par le diamètre (1) et, pour les u, les grands cercles contenant le diamètre (3). L'extrémité du diamètre (2) sera l'origine. Ce sont bien là les coordonnées géodésiques choisies par M. Beltrami. Toute relation linéaire entre v et u pourra être mise sous la forme :

$$v = au + b. \tag{a}$$

Projetons, en coordonnées rectangulaires, cette courbe sur le plan [1, 3]. Or, la projection de l'arc u sera, R étant le rayon de la sphère, $x = R \sin \frac{u}{R}$, et de même la projection de l'arc v sera $y = R \sin \frac{v}{R}$ (*);

d'où :

$$u = R \text{ arc } \left(\sin = \frac{x}{R}\right), \qquad v = R \text{ arc } \left(\sin = \frac{y}{R}\right);$$

(*) Je prends ici, pour plus de simplicité, u et v égaux aux arcs des grands cercles projetants sur les axes; si l'on prenait les u et les v égaux aux projections sur les axes, comme il a été dit au n° 2, on arriverait à des expressions plus compliquées; néanmoins, on aboutirait à un résultat analogue.

et l'équation de la projection devient :

$$\text{(b)} \qquad \text{arc}\left(\sin = \frac{y}{\text{R}}\right) = a \text{ arc}\left(\sin = \frac{x}{\text{R}}\right) + \frac{b}{\text{R}},$$

ce qui correspond à une équation transcendante et non à une ellipse, comme devrait être la projection d'un grand cercle. La courbe (a) est donc une transcendante, et l'assertion de M. Beltrami ne convient pas à la sphère et aux surfaces à courbure constante positive.

5. — Je ne connais pas de travail complet sur la pseudo-sphère et les notions que M. Beltrami en donne au cours de son Mémoire me semblent insuffisantes et même inexactes en partie; je vais donc reprendre la question dès le principe et le faire avec assez de détail pour ne laisser aucune prise aux objections.

La tractoire, ou courbe aux tangentes égales, est une ligne transcendante telle que les segments de sa tangente, déterminés par les points de contact, et une droite fixe nommée axe aient une longueur constante, que nous désignons par a. De cette propriété découle immédiatement l'équation différentielle du premier ordre de la courbe rapportée à des coordonnées rectangulaires ayant pour axe des x, l'axe de la courbe. On la trouvera dans la plupart des traités du calcul infinitésimal; c'est :

$$\text{(1)} \qquad dx = \pm\sqrt{a^2 - y^2}\,\frac{dy}{y}.$$

On doit retenir le double signe du radical; il répond, en effet, aux deux inclinaisons possibles (à droite et à gauche) de la tangente, lesquelles conviennent également à la solution du problème; on doit observer aussi que l'équation (1) est satisfaite par $-y$ aussi bien que par $+y$; en d'autres termes que la tangente peut être prise au-dessous de l'axe aussi bien qu'au-dessus; c'est même ce qui justifie le nom d'axe donné à cette droite; elle partage la courbe en deux branches égales et symétriques.

L'équation (1) est intégrable; en prenant pour axe des y la tangente verticale indéfiniment prolongée, on trouve l'équation intégrale :

$$\text{(2)} \qquad x = \pm\sqrt{a^2 - y^2} - \frac{a}{2}\log\frac{a \pm \sqrt{a^2 - y^2}}{a \mp \sqrt{a^2 - y^2}}.$$

Les signes supérieurs donnent les valeurs positives de x et les signes inférieurs, les valeurs négatives. D'ailleurs, à chaque valeur de x correspondent deux valeurs de y, égales et de lignes contraires. Il est aisé par suite de reconnaître que la tractoire est composée de deux branches infinies dans les deux sens, symétriquement placées par rapport à l'axe des x dont elles s'approchent asymptotiquement par leurs deux extrémités. Chacune de ces branches a un point de rebroussement sur l'axe des y, qui la partage en deux parties égales et symétriques.

Ces tractoires sont rectifiables. On déduit facilement de (1):

$$(3) \qquad \pm ds = \frac{a\,dy}{y};$$

d'où, en intégrant et supposant s nul au point de rebroussement:

$$(4) \qquad y = ae^{\mp\frac{s}{a}}.$$

s doit être pris, dans cette formule, de signe contraire à celui qu'il possède dans le sens des x, c'est-à-dire que, du côté des x et s positifs, on devra prendre le signe $-$; du côté des x et des s négatifs, on devra prendre le signe $+$. En d'autres termes, on devra toujours prendre pour l'exposant la valeur absolue de $\frac{s}{a}$ avec le signe $-$.

6. — La tractoire étant bien connue, je passe à la pseudo-sphère. Cette surface est engendrée par la révolution de la tractoire autour de son axe. C'est donc une surface de révolution dont l'équateur, ou plus grand parallèle, est une arête de rebroussement au plan de laquelle les lignes méridiennes sont doublement tangentes et à partir de laquelle la surface s'effile indéfiniment en se rapprochant asymptotiquement de son axe. Pour déduire l'équation de la pseudo-sphère de celle de la tractoire et lui donner la forme classique :

$$z = f(x^2 + y^2),$$

il suffit de remplacer dans (2) x par z et y^2 par $\xi^2 = x^2 + y^2$. On obtient ainsi :

$$(5) \qquad z = \pm\sqrt{a^2 - x^2 - y^2} - \frac{a}{2}\log\frac{a \pm \sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}{a \mp \sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}.$$

On en déduit aisément les valeurs suivantes des dérivées de z:

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} p &= \frac{dz}{dx} = \pm\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}\,\frac{x}{y^2 + x^2}, \\ q &= \frac{dz}{dy} = \pm\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}\,\frac{y}{x^2 + y^2}, \\ r &= \frac{d^2z}{dx^2} = \frac{y^2(a^2 - x^2 - y^2) - a^2x^2}{\pm(x^2 + y^2)^2\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}, \\ s &= \frac{d^2z}{dx\,dy} = \frac{xy(x^2 + y^2 - 2a^2)}{\pm(x^2 + y^2)^2\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}, \\ t &= \frac{d^2z}{dy^2} = \frac{x^2(a^2 - x^2 - y^2) - a^2y^2}{\pm(x^2 + y^2)^2\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}}. \end{aligned} \right.$$

Comme la mesure de la courbure, ainsi que Gauss la nomme, ou simplement la courbure, est donnée par l'équation :

$$\omega = \frac{rt - s^2}{(1+p^2+q^2)^2},$$

on déduit, au moyen de quelques calculs faciles des formules (6) les relations :

$$rt - s^2 = -\frac{a^2}{(x^2+y^2)^2}, \qquad 1+p^2+q^2 = \frac{a^2}{x^2+y^2},$$

et l'on trouve:

(7)
$$\omega = -\frac{1}{a^2}.$$

La courbure de la pseudo-sphère est donc constante et négative, ainsi que M. Beltrami l'avance et que Liouville l'avait signalé depuis longtemps.

7. — Cherchons maintenant les lignes géodésiques de la pseudo-sphère, parmi lesquelles il faut visiblement comprendre les lignes méridiennes qui sont des tractoires. Il suffit pour cela d'en déterminer la projection sur le plan de l'équateur ou plan $z=0$, c'est-à-dire de trouver une relation entre les x et les y.

L'attention des géomètres a été appelée pour la première fois sur les lignes géodésiques par Gauss, dans son célèbre Mémoire intitulé : *Disquisitiones generales circa superficies curvas*, paru en 1827. Il les y appelait *lignes de plus courte distance* et les déterminait par la condition que leur arc élémentaire fût le plus court chemin que l'on pût parcourir sur la surface entre ses deux points extrêmes. Les équations qu'il en donnait étaient aux différentielles partielles du second ordre. Plusieurs géomètres s'en occupèrent depuis cette époque et Liouville leur imposa le nom plus bref de *lignes géodésiques*, aujourd'hui universellement adopté. On trouva, dans le cas d'une surface de révolution, une première intégrale des équations de Gauss; elle est rapportée à des coordonnées rectangulaires ayant l'axe de révolution pour un de leurs axes et est : K, représentant une constante arbitraire; s, l'arc d'une méridienne,

(8)
$$K ds = x dy - y dx \text{ (*)}.$$

La pseudo-sphère étant une surface de révolution, cette équation lui est applicable; élevons-la au carré et remplaçons dans l'expression :

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

dz^2 par la valeur $(pdx+qdy)^2$ tirée de (6); nous obtiendrons, tous calculs faits,

$$\frac{K^2(xdy-ydx)^2}{x^2+y^2} + a^2 K^2 \frac{(xdx+ydy)^2}{(x^2+y^2)^2} = (xdy-ydx)^2;$$

(*) *Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, 3me série, t. XIII, page 427, dans une note de M. Catalan.

d'où :

$$(9)\qquad \sqrt{x^2+y^2-K^2}\,(xdy-ydx)=aKd\sqrt{x^2+y^2}.$$

Posons :

$$x^2+y^2=\xi^2,\qquad y=\sqrt{\xi^2-x^2},\qquad dy=\frac{\xi d\xi-xdx}{\sqrt{\xi^2-x^2}};$$

nous aurons :

$$xdy-ydx=\frac{\xi\,(xd\xi-\xi dx)}{\sqrt{\xi^2-x^2}},$$

et :

$$\sqrt{x^2+y^2-K^2}\,(xdy-ydx)=\frac{\sqrt{\xi^2-K^2}}{\sqrt{\xi^2-x^2}}\,\xi\,(xd\xi-\xi dx).$$

Posons encore :

$$x=\eta\xi,\qquad dx=\eta d\xi+\xi d\eta;$$

il viendra :

$$xd\xi-\xi dx=-\xi^2 d\eta,\qquad \sqrt{\xi^2-x^2}=\xi\sqrt{1-\eta^2},$$

et par conséquent :

$$\sqrt{x^2+y^2-K^2}\,(xdy-ydx)=-\frac{\sqrt{\xi^2-K^2}}{\sqrt{1-\eta^2}}\,\xi^2 d\eta.$$

Substituons dans (9) cette valeur; remplaçons-y x^2+y^2 par ξ^2 et divisons les deux membres par $-\xi^2\sqrt{\xi^2-K^2}$, nous trouverons :

$$(10)\qquad \frac{d\eta}{\sqrt{1-\eta^2}}=-\frac{a}{K}\,d\sqrt{1-\frac{\xi^2}{K^2}}.$$

Cette équation est intégrable; en désignant par c une constante arbitraire, on trouve que l'intégrale est :

$$(11)\qquad \operatorname{arc}(\sin=\eta)=c-\frac{a}{K}\sqrt{1-\frac{\xi^2}{K^2}}.$$

Remettons maintenant à la place de ξ et de η leurs valeurs en x et en y et donnons le double signe aux radicaux; nous trouverons que l'équation de la projection d'une ligne géodésique de la pseudo-sphère sur le plan $z=0$ est :

$$(12)\qquad x=\pm\sqrt{x^2+y^2}\,\sin\left(c\mp\frac{a}{K}\sqrt{\frac{x^2+y^2-K^2}{x^2+y^2}}\right).$$

Le second membre devient imaginaire dès que $x^2+y^2<K^2$; donc la ligne géodésique ne s'étend pas, à droite et à gauche du cercle de rebroussement (ou équateur), au delà du parallèle $x^2+y^2=K^2$, K étant une

constante spéciale à la ligne géodésique envisagée; il est facile, d'ailleurs, de déterminer c en fonction de l'inclinaison du plan méridien sur lequel la ligne géodésique rencontre les parallèles $x^2+y^2=K^2$. Soit, en effet:

$$(13) \qquad y=\theta x,$$

l'équation du plan dont il s'agit, l'équation (12) se réduit à:

$$\frac{K}{\sqrt{1+\theta^2}}=\pm K\sin c; \qquad \pm\frac{1}{\sqrt{1+\theta^2}}=\sin c;$$

d'où :

$$(14) \qquad c=\operatorname{arc}\left(\sin=\pm\frac{1}{\sqrt{1+\theta^2}}\right).$$

Il est inutile de considérer, pour la valeur de c, d'autres arcs que le plus petit donné par l'équation (14); car tous les autres arcs que l'on pourrait prendre donneraient la même valeur de sin c dans (12), puisqu'ils diffèrent entre eux seulement par un nombre entier de circonférences.

Si l'on prend y et $\sqrt{x^2+y^2}$ avec les signes qu'ils ont sur une des branches de la tractoire déterminée par le plan (13) et $\sqrt{\frac{x^2+y^2-K^2}{x^2+y^2}}$ avec le double signe, on aura une série continue et double de points à partir du sommet situé sur le parallèle $x^2+y^2=K^2$, laquelle rencontrera l'équateur en deux points déterminés par l'équation suivante, qui en donne les coordonnées en valeur absolue :

$$(15) \qquad x=a\sin\left(c\mp\frac{\sqrt{a^2-K^2}}{K}\right). \qquad y=\sqrt{a^2-x^2}.$$

Si, au contraire, on prend y et $\sqrt{x^2+y^2}$ avec les signes qu'ils ont sur l'autre branche de la tractoire et $\sqrt{\frac{x^2+y^2-K^2}{x^2+y^2}}$ avec le double signe, on aura une seconde série continue et double de points, symétrique de la première par rapport au centre de l'équateur et rencontrant aussi celui-ci en deux points déterminés par l'équation (15), mais avec les signes appropriés. Donc la projection de la ligne géodésique est composée de deux branches symétriques par rapport au centre de l'équateur; et les cylindres droits, auxquels elles servent de base, découperont sur la pseudo-sphère deux branches fermées, symétriques entre elles par rapport au plan de l'équateur, par rapport à un plan méridien perpendiculaire au diamètre (13) de l'équateur, et aussi divisées chacune en deux parties égales et symétriques par le plan méridien lui-même.

Si $K=a$, l'équation (15) donne :

$$x=a\sin c, \qquad y=a\cos c.$$

La ligne géodésique se réduit donc aux deux points où le plan méridien coupe l'équateur; si K diminue, la ligne géodésique s'allonge et l'écart $\mp\sqrt{\frac{a^2-K^2}{x^2}}$ entre le méridien diamètre et la ligne géodésique sur l'équateur augmente; chaque diminution de K répond à un accroissement de la ligne géodésique, qui enveloppe les précédentes sans les rencontrer tant que K est trop grand pour satisfaire à la condition :

$$\frac{\sqrt{a^2-K^2}}{K}=\frac{\pi}{2}, \qquad K=\frac{a}{\sqrt{1+\frac{\pi^2}{4}}}.$$

Quand K est descendu à cette valeur, les deux branches, supérieure et inférieure, de la ligne géodésique ont leurs points d'intersection avec l'équateur communs. Quand K décroît encore, les deux branches de la ligne géodésique se pénètrent. Le point où elles se coupent est donné par l'équation :

$$\frac{a}{K}\sqrt{\frac{x^2+y^2-K^2}{x^2+y^2}}=\frac{\pi}{2},$$

soit :

$$(16) \qquad \left(a^2-\frac{\pi^2}{4}K^2\right)(x^2+y^2)=a^2K^2,$$

laquelle donnera des valeurs réelles de x^2+y^2, dès qu'on aura $a>\frac{\pi}{2}K$.

La constante K décroissant toujours, on finira par avoir :

$$\frac{\sqrt{a^2-K^2}}{K}=\pi, \qquad K=\frac{a}{\sqrt{1+\pi^2}};$$

alors les deux sommets d'une des branches se confondent entre eux sur l'équateur ou cercle de rebroussement. Continuons à faire décroître K, les deux sommets s'écartent et la même branche aura un point double correspondant à l'équation :

$$(17) \qquad (a^2-\pi^2K^2)(x^2+y^2)=a^2K^2,$$

puis elle en aura deux déterminés par les équations (17) et :

$$(18) \qquad (a^2-4\pi^2K^2)(x^2+y^2)=a^2K^2,$$

puis trois correspondant aux deux précédentes (17) et (18) et :

$$(19) \qquad (a^2-9\pi^2K^2)(x^2+y^2)=a^2K^2;$$

et ainsi de suite. En d'autres termes, la même branche d'une ligne géodésique se coupera, d'un même côté de l'équateur, une fois, deux fois,

trois fois, un nombre indéfini de fois, à mesure que K diminue. Enfin, quand $K = a$, l'équation (12) se réduit à :

$$x = \pm\sqrt{x^2 + y^2} \sin\left(c \mp \frac{a}{0}\right);$$

et $c \mp \frac{a}{0}$ est égal à un nombre infini de fois $2\pi +$ à une constante arbitraire $< 2\pi$. Donc $\sin\left(c \mp \frac{a}{0}\right)$ est une quantité arbitraire comprise entre ± 1, que nous représenterons par ω, et la projection de cette catégorie particulière de lignes géodésiques sera :

$$x = \pm \omega \sqrt{x^2 + y^2},$$

ou, ce qui revient au même,

$$y = \frac{\pm\sqrt{1 - \omega^2}}{\omega} x,$$

c'est-à-dire l'équation d'une droite passant par l'origine. Donc le cas particulier de $K = 0$ répond aux tractoires méridiennes.

Ainsi, à part les tractoires méridiennes qui se composent chacune de deux branches unicursales infinies, toutes les lignes géodésiques se composent de deux branches fermées, munies chacune de deux points de rebroussement et plus ou moins étendues, depuis les deux points sur l'équateur jusqu'aux courbes où chacune des branches a deux, quatre, six, etc. points doubles, en passant par celles où les branches ne se coupent pas, puis par celles où elles se coupent, sans qu'aucune de ces branches ait un point double.

Autant qu'on en peut juger par la lettre de M. Genocchi rappelée au n° 1. ces résultats concordent avec ceux de M. Bellavitis; mais ils diffèrent tellement de ceux avancés par M. Beltrami qu'il est bon de les contrôler en recourant à une autre voie de recherches.

8. — Rapportons les lignes géodésiques de la pseudo-sphère à un système de coordonnées superficielles facile à reconnaître et dont les éléments se présentent d'eux-mêmes, je veux dire les méridiennes qui sont des tractoires et l'équateur qui est un cercle. Prenons cet équateur, ou cercle de rayon a, pour axe des u et, pour axe des v, une branche arbitraire de tractoire méridienne. L'ordonnée v d'un point de la pseudo-sphère sera l'arc de tractoire compris entre ce point et l'équateur; l'abscisse u sera l'arc du cercle compris entre l'origine et le pied de la tractoire, pris toujours dans le même sens. Avec ces conventions, l'équation (4) donne, en ne retenant que le signe supérieur de s, représenté ici par v :

$$(20) \qquad \xi = \sqrt{x^2 + y^2} = ae^{-\frac{v}{a}}, \qquad d\xi = -e^{-\frac{v}{a}} dv.$$

D'ailleurs, ω désignant l'angle entre les deux méridiens $u=0$ et $u=u$ on a $\omega=\frac{u}{a}$; partant :

$$(21)\qquad x=\xi\cos\frac{u}{a}=ae^{-\frac{v}{a}}\cos\frac{u}{a},\qquad y=\xi\sin\frac{u}{a}=ae^{-\frac{v}{a}}\sin\frac{u}{a}.$$

Les différentielles de ces coordonnées seront :

$$(22)\qquad \begin{cases} dx=-e^{-\frac{v}{a}}\left(\cos\frac{u}{a}dv+\sin\frac{u}{a}du\right),\\ dy=-e^{-\frac{v}{a}}\left(-\sin\frac{u}{a}dv+\cos\frac{u}{a}du\right); \end{cases}$$

d'où :

$$(23)\qquad dx^2+dy^2=e^{-\frac{2v}{a}}(dv^2+du^2).$$

D'autre part, on déduit de (6) :

$$(24)\qquad dz=pdx+qdy=-\sqrt{1-e^{-\frac{2v}{a}}}\,dv;$$

par conséquent :

$$(25)\qquad ds^2=dx^2+dy^2+dz^2=dv^2+e^{-\frac{2v}{a}}du^2.$$

On a, d'ailleurs, en vertu de (21) et (22):

$$(26)\qquad xdy-ydx=ae^{-\frac{2v}{a}}du.$$

Substituons ces valeurs dans l'équation (8) élevée au carré, nous obtiendrons :

$$K^2dv^2+K^2e^{-\frac{2v}{a}}du^2=a^2e^{-\frac{4v}{a}}du^2;$$

d'où :

$$(27)\qquad du=\frac{K}{a^2}\frac{e^{\frac{2v}{a}}dv}{\sqrt{1-\frac{K^2}{a^2}e^{\frac{2v}{a}}}}=-\frac{a^2}{K}d\sqrt{1-\frac{K^2}{a^2}e^{\frac{2v}{a}}};$$

d'où, en intégrant et désignant par γ une constante arbitraire, puis remettant le double signe :

$$(28)\qquad u=\gamma\mp\frac{a^2}{K}\sqrt{1-\frac{K^2}{a^2}e^{\frac{2v}{a}}}=\gamma\mp\frac{a}{K}\sqrt{a^2-K^2e^{\frac{2v}{a}}}.$$

Il est aisé de voir que la discussion de l'équation (28) conduit identiquement aux résultats obtenus par la discussion de la formule (12). Elle les confirme par conséquent et il est inutile d'y insister davantage ; les résultats énoncés par M. Beltrami sur la forme des lignes géodésiques de la pseudo-sphère sont donc, il me semble, inexacts.

9. — Envisageons la question sous un autre aspect et cherchons les points

d'intersection de deux lignes géodésiques données respectivement par les équations :

$$(29)\qquad u=\gamma\mp\frac{a}{K}\sqrt{a^2-K^2e^{\frac{2v}{a}}},\qquad u=\gamma'\mp\frac{a}{K'}\sqrt{a^2-K'^2e^{\frac{2v}{a}}},$$

Eliminant v entre ces deux équations, on trouve :

$$(30)\qquad K^2K'^2\left(\gamma^2-\gamma'^2+2u(\gamma'-\gamma)\right)=a^4(K'^2-K^2).$$

Donc u est unique pour deux lignes géodésiques différentes. Or on a :

$$(31)\qquad K^2(u-\gamma)^2=a^2\left(a^2-K^2e^{\frac{2v}{a}}\right):$$

la valeur de $K^2e^{\frac{2v}{a}}$ est donc unique quand elle est possible, c'est-à-dire quand elle est positive, et il en est de même de v. Mais on ne doit pas oublier que les équations (28) et (29) se rapportent à la moitié d'une branche de la ligne géodésique qui est située d'un côté de l'équateur et qu'il y a un point d'intersection situé de l'autre côté, symétrique du premier. Il y a donc au moins deux points d'intersection, lorsque l'on considère une seule branche. Ensuite, lorsque K est suffisamment petit, les courbes (29) peuvent avoir un ou plusieurs points sur la méridienne, en sorte qu'on pourra écrire $u=2m\pi a+\alpha$, α étant $< 2\pi$, et m un nombre entier variant de 0 à une limite fixée par la grandeur de K. Dans ce cas, l'équation (30) devra être remplacée par la suivante :

$$(32)\quad K^2K'^2\left\{2(m-m')a\pi+\gamma'+\gamma\right\}\left[2(m+m')a\pi-\gamma'-\gamma+2\alpha\right]=a^4(K'^2-K^2),$$

et elle donnera autant de valeurs de u qu'il y aura de combinaisons possibles de m et m'. A chacune d'elles répondront deux valeurs de v. Il suit donc que deux lignes géodésiques peuvent se couper en plus d'un point du même côté de l'équateur ; mais ce nombre est généralement limité et, plus il est grand, plus il s'éloigne de l'équateur. On ne peut donc pas, en général, faire passer un nombre illimité de courbes par deux points situés d'un même côté de l'équateur ; on n'en peut même, en général, faire passer qu'une dans le voisinage de l'équateur, quand les deux points sont situés au même côté ; mais il n'en est pas moins acquis que les lignes géodésiques se coupent un nombre pair de fois, de zéro à l'infini, et qu'elles ne peuvent pas dès lors être représentées par des équations linéaires, à quelque système d'axes qu'on les rapporte ; car, si cela se pouvait, elles se couperaient toujours en un seul point qui pourrait se trouver à l'infini, mais ne serait jamais imaginaire ; tandis que, réellement, ces lignes géodésiques ne se coupent point ou se coupent en un nombre pair de points. Il y a lieu d'observer, du reste, que les équations linéaires imaginées par M. Beltrami auraient contredit un résultat de la géométrie non eucli-

dienne, à savoir que par un point donné on peut mener plusieurs droites qui ne rencontrent pas une droite donnée.

Je pense donc avoir démontré ma thèse; les résultats énoncés par M. Beltrami sont au moins douteux, pour ne pas dire plus; les lignes géodésiques de la pseudo-sphère ne peuvent pas être comparées aux droites de la géométrie non euclidienne; on ne peut donc pas s'appuyer sur leurs propriétés pour nier la possibilité de démontrer le *postulatum* d'Euclide. J'en appelle là-dessus au jugement des géomètres.

M. J. NEUBERG

Professeur à l'Université de Liège.

SUR LES TRIANGLES ÉQUIBROCARDIENS

— Séance du 8 avril 1888 —

Tous les triangles d'un même plan P peuvent être considérés comme étant les éléments d'un espace à six dimensions : car chacun d'eux, pour être déterminé, exige la connaissance des coordonnées cartésiennes de ses sommets. Les triangles, qui satisfont à n conditions communes ($n < 6$), sont les éléments d'un espace à $6 - n$ dimensions ou d'une *série du* $(6 - n)^{\text{ieme}}$ *rang*. Par exemple, les triangles isopérimètres appartiennent à une série Σ_5 du cinquième rang; les triangles semblables entre eux à une série Σ_4 du quatrième rang; les triangles circonscrits à un triangle fixe font partie d'une série Σ_3 du troisième rang; les triangles dont les sommets sont des points homologues de trois figures semblables constituent une série Σ_2 du deuxième rang.

Nous nous proposons d'étudier la série Σ_5 de tous les triangles ABC ayant même angle de Brocard, V. Pour abréger le langage, nous dirons que ces triangles sont *équibrocardiens*. Il convient souvent de tenir compte du sens de rotation ABC; lorsque ce sens est le même pour tous les triangles considérés, cette circonstance sera indiquée par l'expression de *directement équibrocardiens*.

Soient a, b, c; A, B, C; S, les côtés, les angles et l'aire de ABC, et posons :

$$a^2 + b^2 + c^2 = m^2, \quad a^2b^2 + b^2c^2 + c^2a^2 = n^4, \quad a^4 + b^4 + c^4 = q^4;$$

nous aurons :

$$\cot V = \cot A + \cot B + \cot C,$$

$$\cot V = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{4S} = \frac{m^2}{\sqrt{2n^4 - q^4}},$$

$$\cos 2V = \frac{q^4}{2n^4}, \quad \frac{\cos^2 V}{\cos 2V} = \frac{m^4}{2q^4}, \quad \cos^2 V = \frac{m^4}{4n^4}.$$

Il résulte de là qu'il existe un rapport constant entre deux quelconques des quantités m, n, p.

1. — Parmi les triangles équibrocardiens, il y a d'abord lieu de considérer ceux qui ont deux sommets fixes B, C; ils forment une série Σ_1 du premier rang. Nous rappelons, en y ajoutant quelques nouvelles remarques, la proposition que nous avons énoncée sur cette série dans *Mathesis*, t. II, pp. 94, 157, 186 (*).

Si, sur une base donnée BC, *on construit une série de triangles directement équibrocardiens* ABC, *le sommet* A *décrit une circonférence* (N_a), *dont la puissance par rapport à chacun des points* B *et* C *égale* $\overline{BC}^2$; *l'angle* $BN_aC = 2V$.

De B et C comme centres, avec le rayon BC, décrivons deux circonférences (B) et (C); soit α leur point d'intersection situé du même côté de BC que N_a; désignons aussi par M le milieu de BC, par $2d$ la longueur BC. Lorsque l'angle V change, la circonférence (N_a) se déplace en coupant toujours orthogonalement les lignes (B) et (C). Elle se réduit au point α, lorsque $V = 30°$; V est donc susceptible d'un maximum égal à 30° et cot V d'un minimum égal à $\sqrt{3}$ (**).

Supposons maintenant V constant. Les angles A, B, C varient entre deux limites déterminées, qui sont les inclinaisons sur BC des tangentes BT, BT' menées par B au cercle N_a. Soit $2v$ l'angle de ces tangentes. Des relations :

$$BN_a = \frac{d}{\sin V}, \qquad BT = BT' = 2d,$$

on conclut:

$$\cos v = 2 \sin V.$$

Le maximum et le minimum de l'un des angles A, B, C sont donc donnés par les formules :

$$\text{(a)} \qquad \delta = 90° - V \pm v, \qquad \sin(\delta + V) = 2 \sin V,$$

$$\cot \delta = \frac{\cot V \mp 2\sqrt{\cot^2 V - 3}}{3}.$$

(*) Voir aussi un article de M. Vigarié sur les cercles de Neuberg et de M'Cay, dans le *J. M. E.* 1887, pp. 121, 145, 169, 193.

(**) Comparer BROCARD, *Nouvelle Correspondance mathématique*, t. V (1879), pp. 347, 396 et 428. L'angle δ qui entre dans la formule (a) est le double de l'angle que ce géomètre désigne par φ, de sorte que φ = BUM ou BU'M. La discussion des valeurs extrêmes de V, A, B, C peut aussi se déduire mais plus péniblement, des relations:

$$\cot A + \cot B + \cot C = \cot V, \qquad \cot A \cot B + \cot B \cot C + \cot C \cot A = 1.$$

Les triangles correspondants sont isoscèles et l'angle au sommet égale δ.

Au lieu de considérer dans la figure l'angle ABC, on peut étudier l'angle BAC; si U et U' sont les points de rencontre de la circonférence (N_a) avec MN_a, le maximum et le minimum de l'angle BAC sont, visiblement, BU'C et BUC. On démontre facilement que les droites CU et CU' passent respectivement par T et T'.

Soient $A_1B_1C_1$ le premier triangle de Brocard de ABC, K le point de Lemoine, Ω et Ω' les points de Brocard; pour éviter la confusion, nous supposons (*):

$$\Omega AC = \Omega CB = \Omega BA = \Omega' AB = \Omega' BC = \Omega' CA = V.$$

Lorsque le point A parcourt la circonférence (N_a), le point A_1 reste fixe et K se meut sur la parallèle menée à BC par A_1; B_1 et C_1 se déplacent sur une même circonférence concentrique avec la circonférence N_aBC. Les droites $A\Omega$, $A\Omega'$ enveloppent une hyperbole ayant pour foyers les points B et C, doublement tangente au cercle (N_a) et dont les tangentes aux sommets rencontrent les droites BN_a, CN_a aux mêmes points que la circonférence N_a.

Les triangles ABC sont, six à six, semblables entre eux. Les sommets d'un tel groupe de six triangles jouissent de propriétés assez curieuses, auxquelles nous ne nous arrêtons pas ici.

2. — Étant donné un triangle fondamental ABC, si l'on construit les triangles A_1BC, B_1CA, C_1AB directement équibrocardiens avec ABC, les sommets A_1, B_1, C_1 décrivent trois circonférences (N_a), (N_b), (N_c) : celles-ci sont les lieux géométriques des sommets de trois triangles semblables A_1BC, B_1CA, C_1AB, tels que les droites AA_1, BB_1, CC_1 concourent en un même point; ces droites sont constamment parallèles entre elles (**).

3. — Les triangles A'B'C', inscrits au triangle ABC et directement équibrocardiens avec lui, sont les éléments d'une série du deuxième rang Σ_2. Prenons pour coordonnées d'un élément A'B'C' les quantités :

$$BA' = x, \qquad CB' = y, \qquad AC' = z.$$

Les côtés et la surface de A'B'C' étant donnés par les formules :

$$a'^2 = (b-y)^2 + z^2 - 2z(b-y)\cos A, \ldots.$$
$$\frac{S'}{S} = \frac{xyz + (a-x)(b-y)(c-z)}{abc},$$

la condition :

$$\frac{a'^2 + b'^2 + c'^2}{S'} = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{S}$$

(*) Voir l'article de MM. Lemoine et Vigarié dans le *J. M. E.*, 1888, p. 51.
(**) Voir *J. M. E.*, 1887. p. 167, et 1882, p. 24; *J. M. S.*, 1886, p. 75.

se traduit par l'équation :

$$abc\,(x^2+y^2+z^2)-(a^2yz+b^2zx+c^2xy)$$
$$(1)\qquad -\left[bcx\,(a^2-b^2)+cay\,(b^2-c^2)+abz\,(c^2-a^2)\right]=0.$$

A tout système de valeurs de x, y correspondent deux valeurs de z; c'est ce qui résulte aussi du 1°; car si l'on donne les sommets A′, B′, le point C′ est déterminé par l'intersection de la droite AB avec une circonférence qu'on sait construire.

4. — Le triangle fondamental représente deux éléments de la série; car on peut poser A′B′C′ ≡ BCA, A′B′C′ ≡ CAB. On vérifie immédiatement cette double solution (o, o, o), (a, b, c).

La solution (a, b, c) satisfait séparément aux deux équations :

$$(2)\qquad abc(x^2+y^2+z^2)-(a^2yz+b^2zx+c^2xy)=0.$$

$$(3)\qquad bcx\,(a^2-b^2)+cay\,(b^2-c^2)+abz\,(c^2-a^2)=0.$$

Celles-ci étant homogènes, une série du premier rang Σ_1, faisant partie de la série Σ_2 est définie par les égalités :

$$(4)\qquad \frac{x}{a}=\frac{y}{b}=\frac{z}{c}=m,$$

où m est un paramètre variable.

D'après cela, *trois points* A′, B′, C′ *qui divisent les côtés* BC, CA, AB *d'un triangle* ABC *dans un même rapport, sont les sommets d'un triangle équibrocardien avec* ABC.

Ce résultat va nous fournir des indications très précieuses sur la série Σ_5 de tous les triangles équibrocardiens du plan P. En effet, soit $\alpha\beta\gamma$ un triangle équilatéral qui se projette orthogonalement suivant ABC ; si α', β', γ' sont trois points divisant $\beta\gamma$, $\gamma\alpha$, $\alpha\beta$ dans un même rapport, ils se projettent sur le plan ABC en trois points A′, B′, C′, divisant dans ce rapport les droites BC, CA, AB. Or le triangle $\alpha'\beta'\gamma'$ est équilatéral, et son côté $\alpha'\beta'$ peut avoir une direction *quelconque* dans le plan. Nous sommes ainsi amené à énoncer le théorème suivant :

Tous les triangles équilatéraux $\alpha_1\beta_1\gamma_1$, *situés dans un même plan* P′, *se projettent sur un plan donné* P *suivant des triangles équibrocardiens* $A_1B_1C_1$.

Cette proposition nous donne sur le plan P une série du quatrième rang. Mais en faisant tourner le plan P′ autour d'une perpendiculaire au plan P, nous obtenons une série du cinquième rang, qui est bien celle de *tous* les triangles équibrocardiens. Car, si x est le côté d'un triangle équilatéral $\alpha\beta\gamma$ se projetant sur le plan ABC suivant le triangle ABC, on a :

$$x^2=a^2+(\beta B-\gamma C)^2=b^2+(\gamma C-\alpha A)^2=c^2+(\alpha A-\beta B)^2,$$

d'où :

$$(5)\qquad \sqrt{x^2-a^2}+\sqrt{x^2-b^2}+\sqrt{x^2-c^2}=0,$$

$$(6)\qquad 3x^4-3(a^2+b^2+c^2)x^2+2\Sigma a^2b^2-\Sigma a^4=0.$$

Soient φ l'angle des plans $\alpha\beta\gamma$ et ABC, S et S′ les aires des deux triangles; au moyen des relations :

$$a^2+b^2+c^2=4S\cot V,\qquad 2\Sigma a^2b^2-\Sigma a^4=16S^2,$$

$$S=S'\cos\varphi=\frac{x^2\sqrt{3}}{4}\cos\varphi,$$

on ramène l'équation (6) à la forme :

$$\cos^2\varphi-\frac{2\cot V}{\sqrt{3}}\cos\varphi+1=0,$$

ou :

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned}&\cos\varphi+\frac{1}{\cos\varphi}=2\cot V\cot 60^\circ,\\ &\cos\varphi=\cot V\cot 60^\circ-\sqrt{\cot^2 V\cot^2 60^\circ-1}.\end{aligned}\right.$$

On voit que l'angle V dépend uniquement de φ.

Si le triangle équilatéral $\alpha\beta\gamma$ est la projection orthogonale de ABC, l'équation (5) est remplacée par celle-ci :

$$\sqrt{a^2-x^2}+\sqrt{b^2-x^2}+\sqrt{c^2-x^2}=0,$$

qui conduit également à l'équation (6) et aux formules (7).

5. — Nous allons indiquer quelques-unes des conséquences qui se déduisent très simplement de ce qui précède.

a) Soient, comme ci-dessus, $\alpha'\beta'\gamma'$ un triangle équilatéral inscrit à $\alpha\beta\gamma$, A′B′C′ sa projection sur le plan ABC. Les droites $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$, $\gamma\gamma'$ sont, en grandeur et en direction, les côtés d'un triangle équilatéral. Par conséquent :

Les droites AA′, BB′, CC′, *qui divisent les côtés opposés de* ABC *dans un même rapport, sont, en grandeur et direction, les côtés d'un triangle équibrocardien avec* ABC *et semblable au triangle que ces droites déterminent en s'entrecoupant.*

En particulier, *les médianes de* ABC *sont, en grandeur et en direction, les côtés d'un triangle de même angle de Brocard que* ABC (*) (Théorème connu).

b) Soient $\alpha_1\beta_1\gamma_1$, $\alpha_2\beta_2\gamma_2$ deux triangles équilatéraux de même centre que $\alpha\beta\gamma$ et semblablement orientés; soient $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ leurs projections sur le plan ABC. Les droites $\alpha\alpha_1$, $\beta\beta_1$, $\gamma\gamma_1$ divisent les côtés opposés de $\alpha\beta\gamma$

(*) Cette remarque sur les médianes a été faite, sous une forme moins explicite, par M. E. Cesaro ; il en est de même de la proposition sur les droites AA′, BB′, CC′, résultant d'un théorème de M. Rochetti (Voir *Mathesis*, t. II, pp. 115-118).

dans un même rapport; il en est de même des lignes $\beta\alpha_1$, $\gamma\beta_1$, $\alpha\gamma_1$. Les systèmes de droites (AA_1, BB_1, CC_1), (BA_1, CB_1, AB_1) jouissent de la même propriété par rapport au triangle ABC; les points A_1, B_1, C_1 forment donc ce que nous avons proposé d'appeler un *groupe isobarique* (*). On peut donc énoncer le théorème suivant :

Soient (A_1, B_1, C_1), (A_2, B_2, C_2) *deux groupes isobariques par rapport à* ABC ; *les triangles* $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ *et celui qui est formé par les intersections des droites* A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 *sont équibrocardiens avec* ABC; *les droites* AA_1, BB_1, CC_1, *de même que* A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 *sont, en grandeur et en direction, les côtés d'un triangle équibrocardien avec* ABC.

Par exemple, *les points de Brocard et le point* D (**) *du triangle* ABC *sont les sommets d'un triangle équibrocardien avec* ABC.

c) La circonférence circonscrite à $\alpha\beta\gamma$ se projette sur le plan P, suivant *l'ellipse de Steiner* de ABC; les formules (7) font connaître le rapport $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{A}} = \cos\varphi$ des axes de cette conique.

Les triangles inscrits à cette courbe et ayant même centre de gravité G que ABC ont même somme des carrés des axes et même surface; ils sont équibrocardiens.

d) Les triangles équilatéraux circonscrits à $\alpha\beta\gamma$, se projettent sur P suivant des triangles équibrocardiens, circonscrits à ABC; leurs sommets décrivent les trois ellipses qui touchent deux côtés de ABC aux extrémités du troisième et passent par G.

6. — Les triangles dont les sommets A′, B′, C′ divisent BC, CA, AB dans un même rapport, ne constituent qu'une série du premier rang Σ_1. Pour en déduire la série complète du deuxième rang Σ_2 des triangles équibrocardiens inscrits à ABC, il suffit d'associer à chaque élément A′B′C′ de Σ_1 la série Σ_1' des triangles semblables à A′B′C′ et inscrits à ABC. Soit A″B″C″ un élément quelconque de Σ_1'.

Or, si A_1, B_1, C_1 sont les sommets du premier triangle de Brocard, les droites A_1A', B_1B', C_1C' sont des droites homologues de trois figures semblables construites sur BC, CA, AB; elles concourent donc en un même point E du cercle de Brocard; ce point étant à l'intersection des circonférences CA′B′, AB′C′, CA′B′ (les angles $A_1A'C$, $B_1B'A$, $C_1C'A$, sont égaux) est le centre de similitude de la série Σ_1'. Ce point étant également à l'intersection des circonférences CA″B″, AB″C″, CA″B″, on a ce théorème assez curieux (***) :

(*) *J. M. E.*, 1886, p. 231. Les coordonnées barycentriques des points A_1, B_1, C_1 sont de la forme (λ, μ, ν), (μ, ν, λ), (ν, λ, μ), c'est-à-dire les coordonnées de B_1 et C_1 sont des permutations circulaires de celles de A_1.

(**) D est le centre de perspective de ABC et du premier triangle de Brocard.

(***) Voir Tarry, *Mathesis*, t. II, p. 73, et notre Note sur les figures semblablement variables, dans les *Proceedings of the London Mathematical Society*, vol. XVI, n° 244.

A″B″C″ *étant un triangle quelconque inscrit à* ABC *et équibrocardien avec lui, les circonférences* CA″B″, AB″C″, BA″C″ *se coupent en un point* E *du cercle de Brocard de* ABC.

Parmi les triangles de la série Σ'_1, il convient de remarquer particulièrement, outre le triangle A′B′C′ dont les sommets divisent BC, CA, AB dans un même rapport, celui qui a pour sommets les projections E_a, E_b, E_c de E sur les côtés de ABC. M. Schoute (*) avait déjà rencontré la propriété de ce triangle, à savoir :

Le lieu d'un point dont les projections sur les côtés de ABC *sont les sommets d'un triangle directement équibrocardien avec* ABC *est le cercle de Brocard.*

L'étude complète, faite par le savant professeur de Groeninghe, nous dispense de certains détails sur la série Σ''_1 formée par tous les triangles $E_aE_bE_c$.

Appelons *faisceau de Brocard* l'ensemble de trois droites OX, OY, OZ, telles que les angles XOY, YOZ, ZOX sont égaux aux suppléments des angles du triangle ABC. Alors la génération de la série Σ_2 peut être énoncée en ces termes :

Lorsqu'on place successivement le sommet du faisceau de Brocard en chaque point du cercle de Brocard et qu'on donne à ce faisceau toutes les positions autour de son sommet, les trois rayons OX, OY, OZ *marquent sur* BC, CA, AB *les sommets de tous les triangles équibrocardiens avec* ABC.

7. — L'équation (1) étant interprétée en coordonnées cartésiennes représente une surface (Q) ; à tout point de (Q) correspond un triangle de Σ_2 et réciproquement. Les équations :

(4) $$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{z}{c},$$

qui nous ont donné la série Σ_1, représentent une génératrice rectiligne G_0 de la quadrique (Q) ; celle-ci est donc une surface réglée. Le centre de Q est déterminé par les équations :

$$\begin{aligned} 2abcx - c^2y - b^2z &= bc(a^2 - b^2), \\ -c^2x + 2abcy - a^2z &= ca(b^2 - c^2), \\ -b^2x - a^2y + 2abcz &= ab(c^2 - a^2), \end{aligned}$$

dont le déterminant, égal à :

$$2abc\,(3abc - a^2 - b^2 - c^2),$$

est toujours différent de zéro ; comme on peut s'assurer immédiatement que le centre n'est pas sur la génératrice G_0, on conclut que (Q) est un hyperboloïde à une nappe.

(*) *Over een nauwer Verband tusschen hoek en cirkel van Brocard.*

A une droite de l'espace correspond une série σ_1 de triangles, dont les sommets sont les points homologues de trois divisions semblables marquées sur BC, CA, AB ; car les équations :

$$x = mz + n, \qquad y = m'z + n',$$

caractérisent de telles ponctuelles. Les triangles de σ_1 sont circonscrits à trois paraboles fixes, qui sont inscrites respectivement aux angles BAC, CBA, ABC ; leurs centres de gravité sont sur une même droite, propriété qui suffit pour définir la série σ_1.

La série, désignée ci-dessus par Σ'_1 (§ 6), correspond à une génératrice rectiligne γ de (Q), de l'autre mode que G_0 ; car ses éléments divisent en parties proportionnelles les segments A'A'', B'B'', C'C'', compris entre les éléments A'B'C' et A''B''C'', et l'élément A'B'C' correspond à un point de G_0.

La série des triangles $E_aE_bE_c$, engendrés par les projections d'un point du cercle de Brocard sur BC, CA, AB, correspond à l'intersection de l'hyperboloïde par le plan :

$$ax + by + cz = \frac{1}{2}(a^2 + b^2 + c^2) \text{ (*)}.$$

Désignons cette courbe par (T).

Par l'origine des coordonnées cartésiennes, il passe une seconde génératrice γ_0 de (Q) ; ses équations sont

$$\frac{x}{ac^2} = \frac{y}{ba^2} = \frac{z}{cb^2}.$$

Or, les coordonnées normales du point de Brocard Ω' sont précisément proportionnelles à ac^2, ba^2, cb^2 et les projections $B\Omega'_a$, $C\Omega'_b$, $A\Omega'_c$ de $B\Omega'$, $C\Omega'$, $A\Omega'$ sur BC, CA, AC sont égales à ces coordonnées multipliées par cos V. Donc le triangle $\Omega'_a\Omega'_b\Omega'_c$ représente un point de γ_0 et la série des triangles équibrocardiens correspondant aux différents points de γ_0 est engendrée par trois mobiles M_a, M_b, M_c, qui, partant de B, C, A parcourent BC, CA, AB avec des vitesses constamment proportionnelles à $B\Omega'_a$, $C\Omega'_b$, $A\Omega'_c$.

Soient de nouveau E un point quelconque du cercle de Brocard, $E_aE_bE_c$ le triangle formé par ses projections sur les côtés de ABC, Q_e le point correspondant de la courbe (T). De Q_e partent deux génératrices g_e, γ_e de l'hyperboloïde (Q) ; elles sont parallèles à deux génératrices l_e, λ_e du cône directeur représenté par l'équation :

$$(2) \qquad abc(x^2 + y^2 + z^2) - (a^2yz + b^2zx + c^2xy) = 0,$$

équation qui est aussi celle du cercle de Brocard en coordonnées normales. Il est facile de voir que les triangles de Σ_2 correspondant aux

(*) Cette relation exprime que les perpendiculaires, élevées en A', B', C' sur BC, CA, AB, concourent en un même point.

points de g_e, γ_e ont pour sommets les positions simultanées de trois mobiles M_a, M_b, M_c, qui, partant de E_a, E_b, E_c, parcourent BC, CA, AB avec des vitesses respectivement proportionnelles aux trois coordonnées d'un point de l_e ou λ_e. Nous avons déjà vu que ces vitesses peuvent être proportionnelles aux distances EE_a, EE_b, EE_c ; cette hypothèse correspond aux génératrices γ_e et λ_e. La détermination des vitesses relatives aux génératrices g_e et l_e n'est pas aussi simple ; nous faisons seulement remarquer qu'elles sont proportionnelles aux coordonnées normales d'un certain point du cercle de Brocard, associé au point E.

Le centre de la quadrique (Q) se représente par trois points N_a, N_b, N_c de BC, CA, AB, tels qu'à tout triangle de Σ_2 en correspond un autre ayant pour sommets les symétriques des sommets du premier par rapport à N_a, N_b, N_c.

Il y aurait également à interpréter d'autres propriétés de l'hyperboloïde (Q); mais cela nous conduirait trop loin.

8. — Passons à la généralisation des résultats du § 4. Soit une série Σ'_4 de triangles A'B'C' semblables entre eux et contenus dans un même plan P'; nous l'appellerons *série isomorphe*; les côtés, les angles et la surface de A'B'C' seront désignés par $a'x$, $b'x$, $c'x$; $S'x^2$; A', B', C'; x est un facteur de proportionnalité. Les projections ABC des triangles A'B'C' sur un même plan P sont les éléments d'une *série métamorphe du quatrième rang* Σ_4 ; lorsque le plan P' autour d'une perpendiculaire à P, les triangles ABC engendreront une *série métamorphe du cinquième rang* Σ_5. Cette série Σ_r peut être considérée comme provenant de la transformation par affinité d'une série isomorphe située dans le plan P, l'axe d'affinité ayant toutes les positions possibles et le module d'affinité étant constant (*)

Soient a, b, c; S; A, B, C les côtés, la surface et les angles du triangle ABC, φ l'angle des plans ABC et A'B'C', ABC étant la projection orthogonale de A'B'C', on a :

$$a'^2x^2 = a^2 + (BB' - CC')^2, \qquad b'^2x^2 = b^2 + (CC' - AA')^2,$$
$$c'^2x^2 = c^2 + (AA' - BB')^2,$$

d'où l'équation :

$$\sqrt{a'^2x^2 - a^2} + \sqrt{b'^2x^2 - b^2} + \sqrt{c'^2x^2 - c^2} = 0,$$

et, sous forme rationnelle :

$$S'^2x^4 - 2\,T^2x^2 + S^2 = 0,$$

après avoir posé :

$$16\,T^2 = -(a^2a'^2 + b^2b'^2 + c^2c'^2)$$
$$+ (a^2b'^2 + a'^2b^2 + b^2c'^2 + b'^2c^2 + c^2a'^2 + c'^2a^2);$$

(*) Nous disons ici que deux figures situées dans un même plan sont affines, lorsque deux points correspondants sont sur une même perpendiculaire à une droite fixe (*axe d'affinité*) et que leurs distances à cette droite sont dans un rapport constant (*module d'affinité*).

La quantité $16\ T^2$ est la *polaire* de la forme quadratique :

$$16\ S^2 = -(a^4 + b^4 + c^4) + 2(a^2b^2 + b^2c^2 + c^2a^2),$$

considérée comme une fonction des variables a^2, b^2, c^2.

Si l'on remplace x^2 par sa valeur $\frac{S}{S' \cos \varphi}$, l'équation prend la forme remarquable :

$$\cos \varphi + \frac{1}{\cos \varphi} = \frac{2T^2}{SS'}.$$

Le caractère analytique d'une série métamorphe est donc que le quotient $\frac{T^2}{S}$ a une valeur invariable, ou qu'entre les carrés des côtés représentés par x, y, z il existe une relation de la forme:

$$\varphi(x, y, z)\varphi(x', y', z') - m\Sigma^2 x \frac{d\varphi(x', y', z')}{dx'} = 0,$$

m, x', y', z' étant des constantes et $\varphi(x, y, z)$ la fonction

$$x^2 + y^2 + z^2 - 2xy - 2yz - 2zx.$$

Pour introduire les angles des triangles ABC, A'B'C', écrivons:

$$\cos \varphi + \frac{1}{\cos \varphi} = \frac{\Sigma a^2(b'^2 + c'^2 + a'^2)}{8SS'} = \Sigma \frac{a^2}{2S} \cdot \frac{b'^2 + c'^2 + a'^2}{4S'};$$

or,

$$\frac{a^2}{2S} = \frac{\sin A}{\sin B \sin C} = \cot B + \cot C, \quad \frac{b'^2 + c'^2 - a'^2}{4S'} = \frac{2b'c' \cos A'}{2b'c' \sin A'} = \cot A';$$

par suite,

$$\cos \varphi + \frac{1}{\cos \varphi} = \Sigma \cot A' (\cot B + \cot C) = \cot V \cot V' - \Sigma \cot A \cot A'.$$

Réciproquement tous les triangles d'un plan P, qui vérifient une égalité de la forme :

$$\frac{\alpha a^2 + \beta b^2 + \gamma c^2}{S} = \delta,$$

constituent une série métamorphe. En effet, pour identifier cette condition avec la suivante :

$$\cos \varphi + \frac{1}{\cos \varphi} = \frac{\Sigma a^2 \cot A'}{2S},$$

il suffit de poser :

$$\cot A' = \frac{\alpha}{\alpha\beta + \beta\gamma + \gamma\alpha}, \quad \cot B' = \frac{\beta}{\alpha\beta + \beta\gamma + \gamma\alpha}, \quad \cot C' = \frac{\gamma}{\alpha\beta + \beta\gamma + \gamma\alpha}$$

$$\cos \varphi + \frac{1}{\cos \varphi} = \frac{\delta}{2(\alpha\beta + \beta\gamma + \gamma\alpha)}.$$

Toutefois, il faut exclure les cas où :

$$a\alpha + \beta\gamma + \gamma\alpha = 0, \qquad \delta^2 < 16(\alpha\beta + \beta\gamma + \gamma\alpha)^2.$$

M. E. HUMBERT

Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée de Montpellier.

SUR LES ÉQUATIONS DU TROISIÈME DEGRÉ QUI SERVENT A LA RECHERCHE DES PLANS PRINCIPAUX D'UNE SURFACE DU SECOND ORDRE OU A L'ÉTUDE DE L'INTERSECTION DE DEUX CONIQUES. — DISCUSSION ALGÉBRIQUE COMPLÈTE DE CES ÉQUATIONS.

— Séance du 8 avril 1888 —

1. — La méthode que je vais exposer pour l'étude de ces équations repose essentiellement sur deux théorèmes bien connus.

Le premier est celui-ci :

La condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction du second degré, homogène et à n *variables* $x_1, x_2, \ldots, x_n$, *soit la somme des carrés de fonctions, en nombre inférieur à* n, *linéaires, homogènes et indépendantes de ces variables, est que les* n *dérivées partielles soient nulles pour des valeurs de* $x_1, x_2, \ldots, x_n$, *qui ne soient pas toutes nulles.*

Le second théorème est celui-ci :

La condition nécessaire et suffisante pour que n *équations linéaires et homogènes à* n *inconnues* $x_1, x_2, \ldots, x_n$ *soient vérifiées pour des valeurs des lettres* $x_1, x_2, \ldots, x_n$ *qui ne soient pas toutes nulles, est que le déterminant des coefficients des inconnues dans ces équations soit nul.*

J'admettrai ces deux théorèmes, qui font, aujourd'hui, partie du cours de mathématiques spéciales, et je vais étudier séparément chacune des trois questions que je me suis proposées.

2. — *Recherche des plans principaux dans une surface du second ordre.*

Je désigne par $\varphi(x, y, z)$ la fonction homogène et du second degré :

$$Ax^2 + A'y^2 + A''z^2 + 2Byz + 2B'zx + 2B''xy,$$

et par

$$\varphi(x, y, z) + 2Cx + 2C'y + 2C''z + A''' = 0,$$

l'équation générale des surfaces du second ordre rapportées à trois axes de coordonnées rectangulaires.

J'appelle x, y, z les coordonnées d'un point pris sur une corde principale menée par l'origine des coordonnées, et je désigne par X, Y, Z les coordonnées courantes. Alors, les équations de cette corde principale sont :

$$\frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{Z}{z},$$

et l'on a, pour équation du plan principal correspondant :

$$\frac{1}{2}\varphi'(x)\,X + \frac{1}{2}\varphi'(y)\,Y + \frac{1}{2}\varphi'(z)\,Z + Cx + C'y + C''z = 0,$$

à condition que x, y, z vérifient les relations suivantes :

$$\frac{\frac{1}{2}\varphi'(x)}{x} = \frac{\frac{1}{2}\varphi'(y)}{y} = \frac{\frac{1}{2}\varphi'(z)}{z}.$$

C'est donc de la résolution de ces équations que dépend la question posée. Mais le problème se résout d'une façon beaucoup plus symétrique et bien plus élégante si l'on introduit une nouvelle inconnue S, qui représentera la valeur commune des trois rapports écrits plus haut.

On obtiendra alors les trois équations suivantes :

$$(1)\qquad \begin{aligned} \frac{1}{2}\varphi'(x) - Sx &\equiv (A - S)\,x + B''y + B'z = 0, \\ \frac{1}{2}\varphi'(y) - Sy &\equiv B''x + (A' - S)\,y + Bz = 0, \\ \frac{1}{2}\varphi'(z) - Sz &\equiv B'x + By + (A'' - S)\,z = 0; \end{aligned}$$

d'après la nature même des inconnues x, y, z, ces équations doivent donner pour x, y, z des valeurs qui ne soient pas toutes trois nulles ; il faudra donc que le déterminant des coefficients de ces trois lettres dans les équations (1) soit nul, et l'on obtiendra ainsi une équation du troisième degré qui donne les valeurs de S :

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} A - S & B'' & B' \\ B'' & A' - S & B \\ B' & B & A'' - S \end{vmatrix} = 0.$$

Ces valeurs de S étant calculées, les équations (1) donnent pour chacune d'elles une direction principale ou une infinité, et le plan principal s'obtient aisément à chaque fois, surtout en remarquant que son équation se simplifie et s'écrit :

$$(3)\qquad S\,(xX + yY + zZ) + Cx + C'y + C''z = 0.$$

Je remarque maintenant que l'équation (2) exprime que la différence :

$$\varphi(x, y, z) - S\,(x^2 + y^2 + z^2),$$

est la somme des carrés de deux fonctions, au plus, linéaires, homogènes et indépendantes de x, y, z ; de plus, si l'on suppose les coefficients de $\varphi(x, y, z)$ réels, et c'est le cas dans lequel je me place, l'équation (2) a nécessaire-

ment une racine réelle S_0, puisque cette équation est du troisième degré. Pour cette racine réelle S_0, on a donc :

$$(4) \qquad \varphi(x, y, z) - S_0 (x^2 + y^2 + z^2) \equiv P^2 + P'^2,$$

identité dans laquelle P et P′ désignent deux fonctions linéaires, homogènes de x, y, z :

$$P \equiv ax + by + cz,$$
$$P' \equiv a'x + b'y + c'z.$$

Il faut que les coefficients du second membre de l'identité (4) soient réels; donc les coefficients a, b, c seront réels ou les produits par i de nombres réels, il en sera de même de a', b', c'; on peut même affirmer qu'un seul groupe de ces coefficients pourra être imaginaire; car, si les deux groupes se trouvaient de cette nature, il n'y aurait qu'à reprendre la question en changeant les signes de tous les coefficients de $\varphi(x, y, z)$ et cela serait évité. J'ai donc le droit de supposer a, b, c réels et a', b', c' réels aussi ou égaux à des nombres réels, multipliés par l'imaginaire i.

Cela posé, on peut mettre sous une forme remarquable l'équation du second degré qui donne les deux autres racines; il suffit de poser $S = S_0 + s$ et d'exprimer que la différence :

$$\varphi(x, y, z) - (S_0 + s)(x^2 + y^2 + z^2) \equiv P^2 + P'^2 - s(x^2 + y^2 + z^2),$$

est une somme des carrés de deux fonctions linéaires et homogènes en x, y, z. Cela s'exprimera en annulant les dérivées partielles relatives à x, y, z et en exprimant que les cinq équations :

$$sx = aP + a'P',$$
$$sy = bP + b'P',$$
$$sz = cP + c'P',$$
$$P = ax + by + cz,$$
$$P' = a'x + b'y + c'z,$$

sont satisfaites pour des valeurs des lettres x, y, z, P, P′, qui ne soient pas toutes nulles; or, si on multiplie les trois premières équations, soit par a, b, c, soit par a', b', c', et qu'on ajoute à chaque fois, on obtient :

$$(s - a^2 - b^2 - c^2) P = (aa' + bb' + cc') P',$$
$$(aa' + bb' + cc') P = (s - a'^2 - b'^2 - c'^2) P';$$

d'où l'on conclut l'équation qui donne s :

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} s^2 - (a^2 + b^2 + c^2 + a'^2 + b'^2 + c'^2) s \\ + (a^2 + b^2 + c^2)(a'^2 + b'^2 + c'^2 - (aa' + bb' + cc')^2 = 0. \end{array} \right.$$

Cette équation a toujours ses deux racines réelles; car, si a', b', c' sont réels, la quantité placée sous le radical est positive :

$$a^2 + b^2 + c^2 - a'^2 - b'^2 - c'^2)^2 + 4(aa' + bb' + cc')^2;$$

si a', b', c' contiennent en facteur l'imaginaire i, le terme constant de l'équation (5) est négatif, d'après l'identité de Lagrange ; donc on a le théorème suivant :

THÉORÈME I. — *L'équation* (2) *a toutes ses racines réelles.*

On peut donc supposer que dans tous les calculs qui précèdent S_0 est l'une quelconque des racines de l'équation (2) ; si l'on veut qu'elle soit racine double, il faudra que l'équation (5) ait une racine nulle, c'est-à-dire que la condition :

$$(bc' - cb')^2 + (ca' - ac')^2 + (ab' - ba')^2 = 0,$$

soit remplie ; d'après les remarques que nous avons faites, cette condition entraîne :

$$a' = 0, \qquad b' = 0, \qquad c' = 0,$$

ou bien :

$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'},$$

et l'on voit que la différence :

$$\varphi(x, y, z) - S_0 (x^2 + y^2 + z^2),$$

est un carré parfait. D'où le théorème :

THÉORÈME II. — *La condition nécessaire et suffisante pour que l'équation* (2) *ait une racine double est que, pour cette valeur de* S. *la différence* $\varphi(x, y, z) - S_0 (x^2 + y^2 + z^2)$ *soit le carré d'une fonction linéaire et homogène de* x, y, z.

On connaît ces conditions qui s'obtiennent en annulant les six déterminants mineurs de l'équation (2) ; je ne m'arrête pas à ces conditions bien connues.

Enfin si l'on veut que S_0 soit racine triple, il faut ajouter aux conditions :

$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}.$$

la condition $a^2 + b^2 + c^2 + a'^2 + b'^2 + c'^2 = 0$; or, nous venons de voir que les premières peuvent se remplacer par $a' = b' = c' = 0$, et la dernière donne alors $a = b = c = 0$. Donc :

THÉORÈME III. — *Pour que l'équation* (2) *ait une racine triple, il faut que, pour cette valeur de* S. *la différence* $\varphi(x, y, z) - S (x^2 + y^2 + z^2)$, *soit identiquement nulle.*

Dans ce dernier cas, la surface est une sphère.

La discussion de l'équation (2) est complètement achevée. Occupons-nous maintenant de la corde principale (parallèle à la direction principale menée par l'origine des coordonnées), qui répond à la racine S_0.

Pour $S = S_0$, les trois équations (1) sont équivalentes aux deux équations $P = 0$, $P' = 0$. Si l'on suppose S_0 racine simple, les trois quantités $bc' - cb'$, $ca' - ac'$, $ab' - ba'$ ne sont pas nulles à la fois et il existe une seule corde principale dont ces nombres sont les coefficients directeurs. Donc :

A une racine simple de l'équation (2) *correspond une direction principale unique.*

Si, au contraire, S_0 est racine double de l'équation (2), les trois équations (1) se réduisent à une seule, $P = 0$, et la corde principale n'est astreinte qu'à la seule condition d'être dans ce plan ; donc :

A une racine double de l'équation (2) *correspondent, comme cordes principales. toutes les droites d'un plan passant à l'origine.*

Enfin, si S_0 est racine triple, toutes les directions de l'espace sont des directions principales.

Une propriété importante des directions principales est exprimée par le théorème suivant :

Théorème IV. — *Deux directions principales qui répondent à des racines différentes de l'équation* (2) *sont rectangulaires.*

D'après ce que nous avons vu, il n'y a pas à étudier le cas de la racine triple. Supposons donc S_0 racine simple ; alors les coefficients directeurs de la direction principale correspondante sont donnés par :

$$\frac{x_0}{bc' - cb'} = \frac{y_0}{ca' - ac'} = \frac{z_0}{ab' - ba'}.$$

D'ailleurs, que les autres racines soient distinctes ou confondues, on a $s \gtreqless 0$; donc les coefficients directeurs de l'une des autres cordes principales sont de la forme :

$$\frac{x_1}{aP + a'P'} = \frac{y_1}{bP + b'P'} = \frac{z_1}{cP + c'P'},$$

pour certaines valeurs de P et P' ; et l'on a :

$$x_0x_1 + y_0y_1 + z_0z_1 = 0, \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Telles sont les principales questions que soulève la recherche des plans principaux.

3. — *Intersection de deux coniques.*

Une méthode semblable à celle indiquée plus haut va me permettre de traiter complètement cette question et d'une manière analytique. Je n'emploierai la géométrie que pour traduire, dans le langage qui lui est propre, chacune des relations simples que j'aurai à étudier.

Soient :

$$f(x, y, z) \equiv ax^2 + a'y^2 + a''z^2 + 2byz + 2b'zx + 2b''xy = 0,$$
$$\varphi(x, y, z) \equiv a_1x^2 + a_1'y^2 + a_1''z^2 + 2b_1yz + 2b_1'zx + 2b_1''xy = 0.$$

les équations de deux coniques, dans un certain système de coordonnées trilinéaires. L'équation :

$$(1) \qquad f(x, y, z) - S\varphi(x, y, z) = 0,$$

pour chaque valeur de S, représente une conique passant par les points communs aux deux coniques données. Annulons le discriminant de cette équation : nous obtiendrons une équation du troisième degré en S. Pour une racine de cette équation, le premier membre de l'équation (1) est le produit de deux facteurs linéaires R, R', et les points de rencontre des deux coniques s'obtiennent en prenant les points d'intersection des droites $R = 0$ $R' = 0$ avec l'une ou l'autre des deux coniques données; cela résulte de l'identité :

$$f(x, y, z) - S_0\varphi(x, y, z) \equiv RR',$$

idendité dans laquelle S_0 désigne une racine de l'équation du troisième degré en S. On voit donc qu'il y a, en général, quatre points de rencontre et, par suite, trois couples de droites passant par l'intersection des deux coniques; et les équations de ces trois couples s'obtiennent en portant successivement dans l'équation (1) les racines de l'équation du troisième degré dont j'ai parlé.

Je me place, d'abord, dans le cas où l'une des coniques, $\varphi(x, y, z) = 0$, par exemple, est une conique véritable, c'est-à-dire dans le cas où la fonction $\varphi(x, y, z)$ peut se mettre sous forme de la somme des carrés de trois fonctions linéaires et homogènes de x, y, z, indépendantes. Je suppose donc qu'on ait réalisé l'identité :

$$\varphi(x, y, z) \equiv Q^2 + Q'^2 + Q''^2,$$

Q, Q', Q'' étant trois fonctions linéaires homogènes de x, y, z, telles que le déterminant formé avec les coefficients des variables dans ces trois fonctions ne soit pas nul. On peut alors obtenir toutes les fonctions linéaires qui remplissent à l'égard de $\varphi(x, y, z)$ le rôle de Q, Q', Q''; il suffit d'introduire les neufs quantités $\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma', \alpha'', \beta'', \gamma''$, qui vérifient les six relations :

$$\begin{aligned} \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 &= 1, \\ \alpha'^2 + \beta'^2 + \gamma'^2 &= 1, \\ \alpha''^2 + \beta''^2 + \gamma''^2 &= 1, \\ \alpha'\alpha'' + \beta'\beta'' + \gamma'\gamma'' &= 0, \\ \alpha''\alpha + \beta''\beta + \gamma''\gamma &= 0, \\ \alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma' &= 0, \end{aligned}$$

et de s'appuyer sur l'identité :

$$Q^2 + Q'^2 + Q''^2 \equiv (\alpha Q + \alpha' Q' + \alpha'' Q'')^2 + (\beta Q + \beta' Q' + \beta'' Q'')^2 + (\gamma Q + \gamma' Q' + \gamma'' Q'')^2.$$

Je désigne par X, Y, Z, l'un de ces systèmes de trois fonctions linéaires

$$
(2) \qquad \begin{aligned} \alpha Q + \alpha' Q' + \alpha'' Q'' &= X, \\ \beta Q + \beta' Q' + \beta'' Q'' &= Y, \\ \gamma Q + \gamma' Q' + \gamma'' Q'' &= Z. \end{aligned}
$$

Les trois fonctions X, Y, Z sont indépendantes et je puis effectuer la substitution linéaire indiquée par les équations (2); c'est-à-dire tirer x, y, z de ces équations en fonction de X, Y, Z et porter dans les fonctions $\varphi(x, y, z)$, $f(x, y, z)$. Celles-ci deviendront :

$$\varphi(X, Y, Z) \equiv X^2 + Y^2 + Z^2,$$

$$F(X, Y, Z) \equiv AX^2 + A'Y^2 + A''Z^2 + 2BYZ + 2B'ZX + 2B''XY.$$

L'équation (1) deviendra alors :

$$F(X, Y, Z) - S(X^2 + Y^2 + Z^2) = 0$$

et en annulant le discriminant de cette fonction, j'obtiendrai l'équation du troisième degré en S dont j'ai parlé :

$$
(3) \qquad \begin{vmatrix} A - S & B'' & B' \\ B'' & A' - S & B \\ B' & B & A'' - S \end{vmatrix} = 0.
$$

Pour une racine S_0 de cette équation on a l'identité suivante :

$$
(4) \qquad F(X, Y, Z) - S_0(X^2 + Y^2 + Z^2) \equiv P^2 + P'^2,
$$

identité dans laquelle P et P' désignent deux fonctions linéaires, homogènes de X, Y, Z et généralement indépendantes,

$$
\begin{aligned} P &\equiv lX + mY + nZ, \\ P' &\equiv l'X + m'Y + n'Z. \end{aligned}
$$

Les deux droites, dont les équations actuelles sont $P + iP' = 0$, $P - iP' = 0$, forment le couple de sécantes communes qui répondent à la racine S_0 de l'équation (3), et, lorsque ces deux droites sont distinctes, leur point de rencontre a pour coordonnées :

$$mn' - nm', \qquad nl' - ln', \qquad lm' - ml'.$$

Cela posé, nous allons former une équation du second degré donnant les deux autres racines de l'équation (3); posons pour cela $S = S_0 + s$, et exprimons que la différence :

$$F(X, Y, Z) - (S_0 + s)(X^2 + Y^2 + Z^2),$$

qui est identique à la différence :

$$P^2 + P'^2 - s(X^2 + Y^2 + Z^2),$$

d'après l'identité (4), est une somme des carrés de deux fonctions linéaires

homogènes de x, y, z. Ceci s'obtiendra, en annulant les dérivées partielles :

$$lP + l'P' - sX,$$
$$mP + m'P' - sY,$$
$$nP + n'P' - sZ;$$

ces trois dérivées devront être nulles pour des valeurs de X, Y, Z qui ne soient pas toutes trois nulles; en introduisant les deux inconnues P, P', on aura donc les cinq équations suivantes :

$$(5)\qquad \begin{cases} sX = lP + l'P', \\ sY = mP + m'P', \\ sZ = nP + n'P', \\ P = lX + mY + nZ, \\ P' = l'X + m'Y + n'Z, \end{cases}$$

à vérifier pour des valeurs des lettres P et P', X, Y, Z, qui ne soient pas toutes nulles. Je multiplie les équations (5) par l, m, n et j'ajoute; de même par l', m', n' et j'ajoute de nouveau. J'obtiens ainsi les deux équations :

$$(6)\qquad \begin{aligned} &(l^2 + m^2 + n^2 - s)\,P + (ll' + mm' + nn')\,P' = 0, \\ &(ll' + mm' + nn')\,P + (l'^2 + m'^2 + n'^2 - s)\,P' = 0, \end{aligned}$$

lesquelles doivent donner pour P, P' des valeurs qui ne soient pas toutes deux nulles, sans quoi X, Y, Z seraient nulles d'après (5). Donc s est donné par l'équation :

$$(7)\qquad \begin{cases} s^2 - (l^2 + m^2 + n^2 + l'^2 + m'^2 + n'^2)\,s \\ + (l^2 + m^2 + n^2)(l'^2 + m'^2 + n'^2) - (ll' + mm' + nn')^2 = 0. \end{cases}$$

A chacune des racines de cette équation correspond un couple de sécantes communes dont l'équation s'obtient en portant cette valeur de s dans :

$$P^2 + P'^2 - s\,(X^2 + Y^2 + Z^2) = 0;$$

le point de rencontre de ces deux droites a pour coordonnées les valeurs de X, Y, Z données par les égalités (5), P et P' étant donnés par (6).

Avant d'aller plus avant, examinons la signification des trois équations

$$(mn' - nm')^2 + (nl' - ln')^2 + (lm' - ml')^2 = 0,$$
$$l^2 + m^2 + n^2 + l'^2 + m'^2 + n'^2 = 0,$$
$$(l^2 + m^2 + n^2 - l'^2 - m'^2 - n'^2)^2 + 4\,(ll' + mm' + nn')^2 = 0,$$

obtenues en annulant le terme indépendant de s et le coefficient de s dans l'équation (7), puis en exprimant que cette équation a une racine double. La première égalité exprime que le point double du système de sécantes communes, qui répond à la racine S_0 de l'équation (3), est sur la seconde

conique et aussi sur la première d'après l'identité (4). La seconde égalité peut s'écrire :

$$(l+il')(l-il')+(m+im')(m-im')+(n+in')(n-in')=0;$$

sous cette forme, elle exprime que les deux sécantes communes dont j'ai parlé sont conjuguées par rapport à la seconde conique; elles le sont aussi par rapport à la première d'après l'identité (4). Enfin, la dernière condition peut s'écrire :

$$\left[(l+il')^2+(m+im')^2+(n+in')^2\right]\left[(l-il')^2+(m-im')^2+(n-in')^2\right]=0;$$

sous cette forme elle exprime que l'une ou l'autre des sécantes communes coupe la seconde conique en deux points confondus et, par suite, aussi la première.

Si l'on prend maintenant le point double qui correspond à la racine S_0 et dont les coordonnées sont :

$$mn'-nm', \qquad l'n-n'l, \qquad lm'-ml',$$

on voit vite que la polaire de ce point dans la seconde conique a pour équation :

$$(mn'-nm')X+(nl'-ln')Y+(lm'-ml')Z=0;$$

c'est aussi d'après l'identité (4) la polaire du même point relativement à la première conique; de plus, cette polaire passe par tous les points dont les coordonnées sont :

$$lP+l'P', \quad mP+m'P', \quad nP+n'P',$$

et en particulier aux points doubles des deux autres couples de sécantes communes. Donc :

Théorème I. — *Le point double de l'un des systèmes de sécantes communes à deux coniques a même polaire dans les deux coniques et cette polaire contient les autres points doubles.*

Nous pouvons maintenant faire la discussion complète du problème qui nous intéresse.

Si S_0 est racine simple de l'équation (3), le terme constant de l'équation (7) n'est pas nul; donc les sécantes communes correspondantes sont distinctes et ne se coupent pas en un point commun aux deux coniques. Si les deux autres racines sont simples aussi, aucune de ces sécantes n'est tangente aux coniques données. Donc :

Théorème II. — *Lorsque l'équation (3) a ses trois racines simples, les trois couples de sécantes communes sont distincts; chacun d'eux se compose de deux droites distinctes qui se coupent en un point où les deux coniques données ne passent pas, et les trois points doubles des systèmes de*

sécantes forment un triangle polaire commun aux deux coniques; les quatre points de rencontre sont isolés.

Examinons le cas où il y a une racine double. Supposons d'abord que S_0 soit cette racine double; alors le terme constant de l'équation (7) est nul et les deux sécantes communes $P + iP' = 0$, $P - iP' = 0$ se coupent en un point commun aux deux coniques données, ou bien elles coïncident et on peut supposer $l' = m' = n' = 0$. Dans le premier cas, le point double des deux sécantes communes qui répondent à la racine S_0 ayant même polaire dans les deux coniques, ces coniques sont tangentes en ce point; le système de sécantes communes, qui répond à la racine simple, se compose de deux droites distinctes dont l'une est cette tangente.

Dans le second cas, le système simple de sécantes communes a pour équation :

$$(l^2 + m^2 + n^2)(X^2 + Y^2 + Z^2) - P^2 = 0;$$

il se compose des deux tangentes à la seconde conique aux points où la droite $P = 0$ la coupe; ces droites sont aussi tangentes à la première conique d'après l'identité (4). Donc :

THÉORÈME III. — *Lorsque l'équation (3) a une racine double, les deux coniques données sont simplement ou doublement tangentes; parmi les quatre points de rencontre, deux sont confondus ou bien ils sont confondus deux à deux. Le système de sécantes communes, qui répond à la racine double, se compose, dans le premier cas, de deux droites distinctes allant du point de contact aux deux autres points de rencontre; dans le second cas, de deux droites confondues joignant les deux points de contact. Le système de sécantes communes, qui répond à la racine simple, se compose, dans le premier cas, de la tangente commune et de la droite qui joint les deux autres points de rencontre; dans le second cas, des deux tangentes communes.*

Enfin, si l'on veut que S_0 soit racine triple, il faudra encore annuler le coefficient de s dans l'équation (7); la condition de racine double est alors remplie pour l'équation (7). Si les deux sécantes sont distinctes, elles se coupent sur les deux coniques et l'une d'elles est une tangente commune aux deux coniques en ce point, l'autre joint ce point au quatrième point de rencontre des deux coniques; il y a trois points de rencontre confondus en un seul avec le point de contact des deux coniques. Si les deux sécantes sont confondues, alors $l' = m' = n' = 0$ et l'on a :

$$l^2 + m^2 + n^2 = 0,$$

qui exprime que la sécante double est tangente à la seconde conique et, par suite aussi, à la première au même point; les quatre points de rencontre sont confondus. Il y aura aussi une racine triple si $l = m = n$

$= l' = m' = n' = 0$, c'est-à-dire si les deux coniques sont identiques ou que l'une d'elles soit identiquement nulle, la première. Donc:

THÉORÈME IV. — *Lorsque l'équation* (3) *a une racine triple, il y a trois points de rencontre coufondus en un seul et alors le système triple de sécantes communes se compose de la tangente commune aux deux coniques en ce point et de la droite qui joint ce point au quatrième point de rencontre; ou bien il y a quatre points de rencontre confondus en un seul et le système triple de sécantes communes se compose de deux droites confondues avec la tangente commune aux deux coniques en ce point.*

Il peut arriver aussi que les deux coniques soient identiques ou que l'une d'elles soit identiquement nulle.

Tout ce qui précède a été déduit de la discussion complète des équations (3) et (7) et nous voyons clairement que, dans le cas où nous nous sommes mis, l'équation du troisième degré qu'on obtient en annulant le discriminant de la fonction :

$$f(x, y, z) - S\varphi(x, y, z),$$

n'est jamais identiquement nulle; mais il nous reste un cas à étudier, celui où les coniques $f(x, y, z) = 0$, $\varphi(x, y, z) = 0$ se réduisent, toutes deux, à deux droites. Dans ce cas, l'équation du troisième degré en S se réduit à :

$$\Theta_1 S^2 - \Theta S = 0.$$

Il est facile d'avoir les expressions de Θ_1 et Θ ; si on désigne par A, A″, A″, B, B′, B″ les déterminants mineurs du discriminant de $f(x, y, z)$ et par A_1, A_1', A_1'', B_1, B_1', B_1' ceux du discriminant de $\varphi(x, y, z)$, on trouve que :

$$\Theta_1 = aA_1 + a'A_1' + a''A_1'' + 2bB_1 + 2b'B_1' + 2b''B_1'',$$
$$\Theta = a_1A + a_1'A' + a_1''A'' + 2b_1B + 2b_1'B' + 2b_1''B''.$$

Du reste, s'il est admis que $f(x, y, z) = 0$ se réduit à deux droites, le point de rencontre de ces deux droites a des coordonnées qui vérifient les égalités :

$$\frac{x^2}{A} = \frac{y^2}{A'} = \frac{z^2}{A''} = \frac{yz}{B} = \frac{zx}{B'} = \frac{xy}{B''}.$$

Nous pouvons facilement maintenant discuter ce cas particulier; nous voyons, déjà, que l'équation en S a toujours une racine nulle et une racine infinie, ce qui était évident *a priori*; d'autre part, pour que l'équation en S ait une racine double, nulle par exemple, il faut $\Theta = 0$, c'est-à-dire que le point double du système de droites qui répond à la racine double soit sur l'autre conique; ce résultat est conforme à ceux déjà obtenus. Enfin, pour que l'équation en S soit identiquement nulle, il

faut $\Theta = 0$, $\Theta_1 = 0$, c'est-à-dire que le point double de chaque conique soit sur l'autre, ou bien encore que l'une des coniques soit identiquement nulle; donc :

Théorème V. — *Lorsque l'équation en* S *est identiquement satisfaite, les deux coniques se réduisent chacune à deux droites et ces couples de droites ont même centre, ou bien une droite commune, ou bien l'un d'eux est identiquement nul.*

Remarque. — Les théorèmes réciproques des théorèmes II, III, IV, V ont été démontrés en même temps que les théorèmes directs, grâce à la méthode même employée, qui fait correspondre à chaque relation analytique sa signification géométrique complète.

Dans tout ce que nous avons dit jusqu'ici, il n'a pas été établi de différences entre les éléments réels et les éléments imaginaires. Nous allons aborder maintenant la question à ce nouveau point de vue, mais dans un cas unique, dans le cas où les coefficients des deux équations $f(x, y, z) = 0$, $\varphi(x, y, z) = 0$ sont tous réels et où le triangle de référence employé est réel; alors, en mettant en évidence la réalité des coefficients de la fonction $\varphi(x, y, z)$ et en effectuant une substitution linéaire réelle, cette fonction sera $X^2 + Y^2 + Z^2$ ou $X^2 + Y^2 - Z^2$, une fois la substitution linéaire effectuée. Je rejette les deux formes possibles $X^2 - Y^2 - Z^2$ et $- X^2 - Y^2 - Z^2$, car elles peuvent être évitées en changeant les signes des coefficients de $\varphi(x, y, z)$.

La fonction $f(x, y, z)$ deviendra $F(X, Y, Z)$, sans que ses coefficients aient cessé d'être réels, et comme on pourra aussi changer les signes de tous ses coefficients *a priori*, si on le juge convenable, on peut supposer, que pour la racine réelle S_0 de l'équation en S, la différence :

$$F(X, Y, Z) - S_0(X^2 + Y^2 + Z^2),$$

ou

$$F(X, Y, Z) - S_0(X^2 + Y^2 - Z^2),$$

soit de la forme $P^2 + P'^2$ ou $P^2 - P'^2$, sans que la forme $- P^2 - P'^2$ se présente; donc, en conservant la forme $P^2 + P'^2$ adoptée dans nos calculs, l, m, n seront réels et l', m', n' aussi, ou bien ces derniers seront les produits par i de nombres réels. Alors, si l'on suppose que la seconde conique soit imaginaire, c'est-à-dire ait la forme $X^2 + Y^2 + Z^2 = 0$, l'équation qui donne les deux autres racines mise sous la forme $S_0 + s$ sera :

$$(8)\quad \left\{ \begin{array}{l} s^2 - (l^2 + m^2 + n^2 + l'^2 + m'^2 + n'^2)s \\ + (l^2 + m^2 + n^2)(l'^2 + m'^2 + n'^2) - (ll' + mm' + nn')^2 = 0. \end{array} \right.$$

et elle sera :

$$(9)\quad \left\{ \begin{array}{l} s^2 - (l^2 + m^2 - n^2 + l'^2 + m'^2 - n'^2)s \\ + (l^2 + m^2 - n^2)(l'^2 + m'^2 - n'^2) - (ll' + mm' - nn')^2 = 0. \end{array} \right.$$

si la seconde conique est réelle, c'est-à-dire si son équation est de la forme $X + Y^2 - Z^2 = 0$.

Premier cas : *Équation* (8). — La seconde conique étant imaginaire, les points de rencontre sont évidemment imaginaires. Les racines de l'équation (8) sont réelles et de même signe si l', m', n' sont réels, réelles et de signes contraires si l', m', n' contiennent i en facteur, et, dans ce dernier cas S_0 est la racine moyenne. Ceci montre, en outre, que des trois couples de sécantes communes un seul est réel celui qui correspond à la racine moyenne; les trois points doubles des systèmes de sécantes communes sont réels. Si l'on veut qu'il y ait racine double, il faut que l'équation (8) ait une racine nulle, ce qui entraîne ici $\frac{l}{l'} = \frac{m}{m'} = \frac{n}{n'}$; la différence :

$$F(X, Y, Z) - S_0(X^2 + Y^2 + Z^2),$$

est un carré parfait et on peut aussi bien supposer $l' = m' = n' = 0$; le système double de sécantes communes se compose de deux droites confondues avec une droite réelle $lX + mY + nZ = 0$; le système simple, ayant pour équation :

$$(l^2 + m^2 + n^2)(X^2 + Y^2 + Z^2) - (lX + mY + nZ)^2 = 0,$$

se compose de deux droites imaginaires conjuguées, les tangentes aux deux coniques aux points où la droite $lX + mY + nZ = 0$ les coupe.

Enfin, pour que S_0 soit racine triple, il faut que la différence $F(X, Y, Z) - S_0(X^2 + Y^2 + Z^2)$ soit identiquement nulle.

Second cas : *Équation* (9). — La condition de réalité des racines de l'équation (9) est :

$$(l^2 + m^2 - n^2 - l'^2 - m'^2 + n'^2)^2 + 4(ll' + mm' - nn')^2 > 0$$

ou :

$$[(l + l'i)^2 + (m + m'i)^2 - (n + n'i)^2][(l - l'i)^2 + (m - m'i)^2 - (n - n'i)^2] > 0$$

Cette condition est évidemment remplie si l', m', n' sont réels. Si l'on suppose maintenant l', m', n' imaginaires de la forme indiquée, les droites $P + iP' = 0$, $P - iP' = 0$ ont leurs coefficients réels ; d'autre part, la droite réelle $uX + vY + wZ = 0$ coupe la conique $X^2 + Y^2 - Z^2 = 0$ en deux points réels ou imaginaires, conjugués suivant que $u^2 + v^2 - w^2$ est positif ou négatif ; *donc, dans ce cas, l'équation* (9) *aura ses racines réelles ou imaginaires, suivant que les deux sécantes communes relatives à la racine* S_0 *couperont la seconde conique de la même manière ou non.*

Dans le cas où l'équation en S a une racine double, la racine double et la racine simple sont réelles ; si l'on suppose que S_0 soit la racine simple, on a :

$$(l + l'i)^2 + (m + m'i)^2 - (n + n'i)^2 = 0,$$

ou bien

$$(l - l'i)^2 + (m - m'i)^2 - (n - n'i)^2 = 0.$$

ou ces deux conditions à la fois; ce sont des conditions de contact relatives aux sécantes communes du système simple. Dans le cas du simple contact, l', m', n' sont nécessairement imaginaires de la forme βi, sans quoi ces deux conditions seraient simultanément réalisées; donc, alors, les sécantes du système simple sont forcément réelles. Dans le cas du double contact, ceci n'est plus obligé. Si l'on envisage maintenant S_0 comme étant la racine double, on a la condition :

$$(l^2 + m^2 - n^2)(l'^2 + m'^2 - n'^2) - (ll' + mm' - nn')^2 = 0,$$

et la réalité de l', m', n' est indifférente; le système double de sécantes communes, lorsqu'il se compose de deux droites distinctes, peut donc être réel ou imaginaire.

Enfin, dans le cas de la racine triple, on a l'une ou l'autre des deux conditions :

$$(l + l'i)^2 + (m + m'i)^2 - (n + n'i)^2 = 0,$$
$$(l - l'i)^2 + (m - m'i)^2 - (n - n'i)^2 = 0,$$

et la condition :

$$l^2 + m^2 - n^2 + l'^2 + m'^2 - n'^2 = 0.$$

Les deux sécantes sont réelles, car l'une d'elles au moins coïncide avec la tangente au point réel :

$$mn' - nm', \qquad nl' - ln', \qquad lm' - ml'.$$

On peut résumer ainsi cette seconde discussion :

1° *Lorsque l'équation en* S *a trois racines simples réelles, les deux coniques se coupent en quatre points réels ou en quatre points imaginaires, conjugués deux à deux. Les trois points doubles des systèmes de sécantes communes sont réels. Si les quatre points d'intersection sont réels, les trois systèmes de sécantes communes sont réels; sinon un seul est réel.*

2° *Lorsque l'équation en* S *a une seule racine réelle, les deux coniques se coupent en deux points réels et deux points imaginaires conjugués: des trois points doubles des systèmes de sécantes communes, un seul est réel, les deux autres sont imaginaires conjugués: un seul des systèmes de sécantes communes est réel, celui qui répond à la racine réelle. Ici, les deux droites d'un système imaginaire ne sont pas conjuguées comme cela avait lieu dans le cas précédent.*

3° *Lorsque l'équation en* S *a une racine double, ou bien il y a simple contact, et alors le système simple de sécantes communes est réel: le système double peut ne pas l'être et se composer de deux droites imaginaires conjuguées; ou bien il y a double contact, et alors le système simple est réel ou composé de deux droites imaginaires conjuguées.*

4° *Lorsque l'équation en* S *a une racine triple, les points d'intersection sont réels, ainsi que les sécantes communes.*

Dans les deux discussions qui précèdent, on peut négliger l'idée géomé-

trique et substituer aisément aux locutions employées le langage algébrique.

L'auteur applique ensuite la même méthode, ou une méthode analogue, à la discussion de l'équation du quatrième degré, relative à l'intersection de deux surfaces du second ordre. Il parvient ainsi très commodément, et d'une façon purement algébrique, à tous les résultats que donne Painvin, dans son second volume de *Géométrie analytique*, sauf aux résultats concernant la réalité des branches de l'intersection, résultats qui semblent beaucoup plus difficiles à obtenir que les autres, par cette voie.

Le besoin de limiter les dimensions de ce mémoire empêche de publier cette dernière partie.

M. Marcellin LANGLOIS

Professeur au Collège de Beauvais.

SUR UN POINT DE LA THÉORIE DU MOUVEMENT ATOMIQUE

— Séance du 8 avril 1888 —

Dans ma théorie du mouvement atomique, je n'ai tout d'abord considéré, comme étant à la base des phénomènes que j'avais à étudier, que le mouvement d'ensemble des atomes : considérés à un point de vue particulier, ces derniers ont été pour moi, tout d'abord, des points matériels.

Mais si on se place au point de vue chimique et si, en même temps, on déduit de la théorie que j'ai formulée toutes les conséquences qu'elle comporte, on arrive à reconnaître qu'il n'est pas possible d'admettre l'atome *chimique* à l'état de point matériel. Cet atome n'est pas, en effet, celui qu'indiquent l'étymologie et la définition philosophique ; c'est, au contraire, un système de monades, de points matériels animés de mouvements divers, soumis à des liaisons diverses et caractérisés par ce fait qu'ils suivent le centre de figure de l'enveloppe dans laquelle ils se meuvent, lorsque ce centre se meut lui-même dans l'espace.

Ainsi la molécule d'air en mouvement dans notre atmosphère reste toujours soumise à l'influence du centre de la terre, ou, plutôt, les choses se passent pour elle comme si elle subissait son influence.

Les atomes de la chimie ne sont tels que parce que la chimie, la physique, n'ont pas encore à leur disposition de moyens assez puissants et assez délicats à la fois pour soustraire leurs éléments constituants à l'action de leur centre, pour les dissocier en un mot.

Dans ma communication relative aux molécules secondaires *(Congrès de Toulouse)*, j'ai établi la différence qui existe, selon moi, entre ce que j'ai désigné sous le nom de radicaux et les atomes proprement dits.

Ces radicaux qui fonctionnent comme le feraient des atomes (CH) (CH^2) (OH) (AzH^2) etc., sont, en effet, susceptibles de dissociation et donnent du carbone et de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'hydrogène, de l'azote et de l'hydrogène, tandis qu'un atome d'H, par exemple, n'a pas encore donné à la dissociation de système tel que :

$$H = \alpha + \beta.$$

Dans cet atome, cependant, il peut très bien exister 4 vapeurs distinctes au moins, dont les vibrations produiraient ces 4 raies caractéristiques du spectre de l'hydrogène, absolument comme 4 cordes de piano différentes donnent 4 notes différentes elles-mêmes.

L'atome sera donc pour moi un système sphérique, par exemple, de dimensions variables, en dedans duquel se produiront tous les mouvements dont ses éléments sont susceptibles, pendant qu'il se trouvera lui-même, par son centre, animé de mouvements d'ensemble caractéristiques chacun de certains phénomènes.

Il y a, en un mot, des mouvements *en dedans* et des mouvements *en dehors* : les premiers constituant le *potentiel* chimique, les seconds, l'*actuel*.

L'atome est alors l'analogue d'une planète ou d'un soleil ; il est susceptible comme eux de passer par des états divers du même genre que ceux que nous désignons sous le nom d'états solides, liquides ou gazeux.

J'ai pensé devoir donner à la Section de Mathématiques ces quelques indications indispensables selon moi, pour donner une idée exacte de ma manière de voir d'abord, pour appuyer ensuite mes déductions.

Au point de vue mathématique, on peut envisager la question de l'énergie atomique et moléculaire comme je l'ai fait à propos de la condensation des vapeurs *(Congrès de Nancy)* :

« Au moment où le changement d'état commence, les choses se passent en effet *comme si le centre exerçait sur la surface moléculaire une attraction variant en raison inverse de la distance pendant toute la durée du phénomène.* »

Cette déformation se fait dans un temps infiniment petit : je la considère comme *instantanée*. Lorsqu'elle est réalisée, en vertu de mon théorème fondamental du mouvement atomique :

$$M\frac{v^2}{2} = \frac{4}{3}\pi R^3 pg = \frac{M}{d} pg,$$

il vient :

$$M\frac{V^2}{2} = \frac{4}{3}\pi r^3 Pg = \frac{M}{d'} Pg.$$

M, masse moléculaire; v V, vitesses initiale et finale; R r, rayons initial et final; p, pression superficielle quand la molécule est gazeuse; P, attraction superficielle quand elle est liquide; $d\,d'$, densités moléculaires initiale et finale (*).

Au moment où commence la déformation, l'attraction superficielle est égale à $\frac{3M}{d} \times \frac{pg}{R}$; à l'unité de distance elle est représentée par $3\frac{M}{d}pg = K$ et à la distance λ par $\frac{K}{\lambda}$. Le travail effectué pendant la variation est égal à l'intégrale de $\frac{K}{\lambda}\delta\lambda = K \operatorname{Log}\frac{R}{r} = \frac{K}{3}\operatorname{Log}\frac{R^3}{r^3}$.

J'écris qu'il est égal aussi à $\frac{MV^2}{2}$, ce qui donne :

$$\frac{MV^2}{2} = \frac{M}{d}pg \operatorname{Log}\frac{R^3}{r^3} \text{ (**)}.$$

On en conclut :

$$\frac{V^2}{v^2} = \operatorname{Log}\frac{R^3}{r^3} \qquad (a)$$

D'où vient cette augmentation dans la force vive de translation des atomes? Du dedans des atomes eux-mêmes. Leur énergie interne est devenue en partie de l'énergie de translation et l'agrégation du corps, de la molécule, a augmenté, l'attraction superficielle P étant liée à p, tension maxima de la vapeur à la même température, par la relation :

$$P = p\frac{R^3}{r^3}\operatorname{Log}\frac{R^3}{r^3}.$$

C'est ainsi que, pour l'eau, l'attraction superficielle moléculaire équivaut à une pression extérieure de 14.000 atmosphères environ.

Si, dans ces conditions, on fait à la limite $r = 0$ dans l'équation (a) on a : $V^2 = \infty$, et, par conséquent, $MV^2 = \infty$, $P = \infty$.

Le point qui est la limite du système moléculaire est donc, dans ce cas, doué d'attraction; son énergie, d'autre part, est devenue toute potentielle et cela se conçoit aisément : il se meut sur lui-même. Cette énergie, enfin, est devenue infinie.

Nous avons considéré ici le cas d'une déformation moléculaire accompagnée d'un changement d'état et pendant laquelle les atomes sortent pour ainsi dire l'énergie qui est en eux; celle-ci se manifeste alors par une attraction. Mais, toutefois, si l'énergie est, comme je l'ai dit, poten-

(*) Voir pour la démonstration de ce théorème : *Congrès de Toulouse*, Sect. de Math., Homogénéité de la formule fondamentale du mouvement atomique. — Voir le même mémoire, à propos de la signification précise de p, dans le cas de la première forme $\frac{4}{3}R^3pg$.

(**) Voir *Congrès de Nancy*, la théorie des chaleurs latentes de vaporisation.

tielle, et si elle se manifeste par des mouvements multiples et complexes du point sur lui-même, il convient de remarquer que, par rapport à ce point, elle est *intégralement superficielle.*

Il peut se faire maintenant que les changements d'état dont j'ai parlé ne se produisent pas et qu'on opère à une température dépassant le point critique.

On peut alors supposer deux cas : ou bien la compression moléculaire se fait à température constante, ou bien la chaleur, qui résulte de la compression, s'emmagasine dans la molécule et augmente la force vive de translation atomique.

Dans le premier cas (*) il ne sort évidemment rien des atomes, mais la tension moléculaire de la forme $AM\frac{v^2}{r}$ augmente à mesure que r diminue, et le travail effectué par la force extérieure, qui produit la déformation, est évidemment infini et de la forme :

$$AMv^2 \operatorname{Log} \frac{r}{0},$$

lorsque la molécule se réduit à un point.

En parcourant le même cycle et dans les mêmes conditions, mais en sens contraire, le point devenant molécule produit par lui-même un travail identique, mais de sens contraire lui-même. Son énergie qui, cette fois, est *en dedans* et non *superficielle* comme précédemment, se manifeste par une tension, par une répulsion infinie et au contact évidemment avec un autre point, lorsque l'on considère la molécule *limite* : à savoir la monade.

Nous conclurons que la monade est, en soi, pourvue de la propriété de repousser les autres monades *au contact* et que la propriété attractive, que nous avons précédemment constatée, n'est qu'un cas particulier de la distribution de l'énergie de la monade.

Lorsque cette énergie est *superficielle* à la monade, il y a *attraction*; lorsqu'elle lui est intérieure, il y a *répulsion.*

Ce sont là de ces conceptions *limites* que je soumets à la Section, parce qu'elles m'apparaissent devoir m'être très utiles dans la suite des développements de ma théorie et peut-être quant à l'acquisition de vues nouvelles.

Elles m'ont, je dois le dire, été inspirées surtout par une lecture attentive de *la Monadologie* de Leibniz, œuvre d'une conception puissante et dont le principe fondamental suffit à lui seul à caractériser le génie de l'illustre philosophe

(*) Je ne considère pas ici le second cas, car les conclusions que je tire de l'examen du premier s'appliquent *a fortiori* au second.

M. HUMBERT

Professeur au Lycée de Montpellier.

DÉMONSTRATION SIMPLE ET DIRECTE DE CETTE PROPRIÉTÉ DU CATALECTICANT D'ÊTRE UN INVARIANT

— *Séance du 2 avril 1888* —

Soit :

$$a_0 x^{2m} + \frac{2m}{1} a_1 x^{2m-1} y + \frac{2m\,(2m-1)}{1.2} a^2 x^{2m-2} y^2 + \ldots\ldots a_{2m} y^{2m},$$

une forme binaire de degré pair $2m$.

M. Sylvester appelle *catalecticant* le déterminant suivant, du $(m+1)^{\text{ième}}$ ordre,

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_0\ a_1\ a_2 \ldots\ldots\ a_m \\ a_1\ a_2\ a_3 \ldots\ldots\ a_{m+1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_m\ a_{m+1} \ldots\ldots\ a_{2m} \end{vmatrix}$$

Ce déterminant est un invariant. Il est visible d'abord que son degré est $m+1$; de plus, ce déterminant est isobarique et de poids $m\,(m+1)$; c'est bien le nombre indiqué par une propriété commune à tous les invariants.

Il reste à établir que ce déterminant n'est pas altéré si on change x en $x+\lambda y$. Ces deux propriétés suffiront à prouver que Δ est un invariant.

Or, par le changement de x en $x+\lambda y$, a_p devient :

$$a_p + \frac{p}{1} a_{p-1} \lambda + \frac{p\,(p-1)}{1.\,2} a^{p-2} \lambda^2 + \ldots\ldots + a_0 \lambda^p ;$$

en d'autres termes, a_p devient $(a+\lambda)^p$, si l'on convient de regarder les indices de a comme des exposants, et de garder a^0 pour représenter a_0.

Retranchons de

$$a_p + \frac{p}{1} a_{p-1} \lambda + \ldots\ldots + a_0 \lambda^p$$

le coefficient précédent multiplié par λ ; nous aurons :

$$a_p + \frac{p-1}{1} a_{p-1}\lambda + \frac{(p-1)\,(p-2)}{1.2} a_{p-2} \lambda^2 + \ldots\ldots + a_1 \lambda^{p-1} ,$$

symboliquement $a\,(a+\lambda)^{p-1}$. C'est ce qu'eût donné le calcul symbolique :

$$(a+\lambda)^p - \lambda\,(a+\lambda)^{p-1} = a\,(a+\lambda)^{p-1} ;$$

c'est, d'ailleurs, la seule règle de calcul qui nous servira.

Cela posé, par le changement indiqué, Δ devient :

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} a_0, \ldots\ldots (a+\lambda)^1, (a+\lambda)^2, \ldots (a+\lambda)^m \\ (a+\lambda)^1, (a+\lambda)^2, (a+\lambda)^3, \ldots (a+\lambda)^{m+1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ (a+\lambda)^m, (a+\lambda)^{m+1}, \ldots\ldots (a+\lambda)^{2m} \end{vmatrix}$$

Ce déterminant n'est pas altéré si on retranche de la $(m+1)^{\text{ième}}$ colonne, la $m^{\text{ième}}$, élément à élément, après l'avoir multipliée par λ ; de même, de la $m^{\text{ième}}$, la $(m-1)^{\text{ième}}$ multipliée par λ, etc. Alors on a :

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} a_0, \ldots\ldots a_1, \ldots\ldots a\,(a+\lambda), \ldots\ldots a\,(a+\lambda)^{m-1} \\ (a+\lambda)^1, a\,(a+\lambda), a\,(a+\lambda)^2 \ldots\ldots a\,(a+\lambda)^m \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ (a+\lambda)^m, a\,(a+\lambda)^m \ldots\ldots\ldots\ldots a\,(a+\lambda)^{2m-1} \end{vmatrix}$$

Cette opération répétée suffisamment de fois conduit à :

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} a_0, \ldots\ldots a_1, \ldots\ldots a_2, \ldots\ldots\ldots\ldots a_m \\ (a+\lambda)^1, a\,(a+\lambda), a^2\,(a+\lambda), \ldots\ldots a^m\,(a+\lambda) \\ (a+\lambda)^2, a\,(a+\lambda)^2, \ldots\ldots\ldots\ldots a^m\,(a+\lambda)^2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ (a+\lambda)^m, a\,(a+\lambda)^m, \ldots\ldots\ldots\ldots a^m\,(a+\lambda)^m \end{vmatrix}$$

Il n'y a plus qu'à répéter la même opération sur les lignes pour être conduit à l'égalité : $\Delta_1 = \Delta.$

Le théorème est donc établi.

De là on déduit alors cet autre théorème :

Le déterminant :

$$\begin{vmatrix} \dfrac{d^{2m} f}{dx^{2m}}, & \dfrac{d^{2m} f}{dx^{2m-1} dy}, & \dfrac{d^{2m} f}{dx^{2m-2} dy^2}, \ldots & \dfrac{d^{2m} f}{dx^m dy^m} \\ \dfrac{d^{2m} f}{dx^{2m-1} dy}, & \dfrac{d^{2m} f}{dx^{2m-2} dy^2}, & \ldots\ldots\ldots & \dfrac{d^{2m} f}{dx^{m-1} dy^{m+1}} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ \dfrac{d^{2m} f}{dx^m dy^m}, & \dfrac{d^{2m} f}{dx^{m-1} dy^{m+1}} & \ldots\ldots\ldots & \dfrac{d^{2m} f}{dy^{2m}} \end{vmatrix}$$

est un covariant, pour toute forme binaire f *de degré supérieur à* 2m.

Pour s'en convaincre il n'y a qu'à former l'émanant d'ordre $2m$ de f, et prendre son catalecticant ; on retombe sur le déterminant précédent.

M. E. LEMOINE

Ancien Élève de l'École Polytechnique, à Paris.

NOTES SUR DIVERSES QUESTIONS DE LA GÉOMÉTRIE DU TRIANGLE

— Séance du 3 avril 1888 —

Depuis plusieurs années, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Association Française divers mémoires sur la Géométrie du triangle ; les notes qui suivent, peuvent être considérées comme un complément de questions déjà traitées, quelquefois elles donnent simplement des résultats de calculs pouvant servir aux recherches de ceux qui cultivent cette branche de la géométrie.

I. — *Il y a une ellipse qui passe par les milieux des trois côtés d'un triangle, les pieds des bissectrices intérieures, et les milieux des segments compris entre un sommet et le centre du cercle inscrit.*

L'équation de cette conique (en coordonnées normales) est:

$$\sum a\alpha^2 - \sum \beta\gamma(b+c) = 0. \tag{1}$$

Le centre de cette conique a pour coordonnées:

$$\frac{2p+a}{a}, \quad \frac{2p+b}{b}, \quad \frac{2p+c}{c}.$$

Il se trouve sur la ligne qui joint le centre de gravité au centre du cercle inscrit.

De même, il y a une hyperbole qui passe par les milieux des trois côtés, par le pied de la bissectrice intérieure de l'angle C, *par exemple, et par les pieds des deux autres bissectrices extérieures ainsi que par les milieux des segments compris entre chaque sommet et le centre du cercle ex-inscrit* r_c.

L'équation de cette conique est:

$$a\alpha^2 + b\beta^2 - c\gamma^2 + (b-c)\beta\gamma + (a-c)\alpha\gamma - (a+b)\alpha\beta = 0.$$

Son centre a pour coordonnées :

$$\frac{2(p-c)+a}{a}; \quad \frac{2(p-c)+b}{b}, \quad \frac{2(p-c)-c}{c}.$$

Il est sur la ligne qui joint le centre du cercle ex-inscrit r_c au centre de gravité.

II. — *Soit un triangle* ABC, M′ *un point du plan qui a pour coordonnées* α', β', γ'.

AM, BM, CM coupent BC, AC, AB en A′, B′, C′. Le cercle qui passe par A′, B′, C′ coupe encore les côtés BC, AC, AB en A_1, B_1, C_1 respectivement; on sait que AA_1, BB_1, CC_1 concourent en un point M_1.

Les coordonnées de M_1 sont :

$$\frac{1}{2\alpha'\beta'\gamma'(a\alpha'+b\beta'+c\gamma')\cos A+(\alpha'^2\beta'^2+\alpha'^2\gamma'^2-\beta'^2\gamma'^2)\,a}, \text{ etc.}$$

que l'on peut mettre aussi sous la forme :

$$\frac{1}{a\alpha'(\Delta-a\alpha')\left[b\gamma'(\Delta-c\gamma')+c\beta'(\Delta-b\beta')\right]-a^2\beta'\gamma'(\Delta-c\gamma')(\Delta-b\beta')},$$

où l'on a posé $\Delta=a\alpha'+b\beta'+c\gamma'$.

III. — *Étant données deux droites quelconques se coupant en* O ; *sur l'une je prends deux points* A *et* A_1; *sur l'autre deux points* B *et* B_1 ; AB, A_1B_1 *se coupent en* I ; AB_1, A_1B *en* M.

Je mène une droite quelconque qui coupe OI *en* M′, OB *en* B′, OA *en* A_1', A_1B *en* J.

JI *coupe* AB_1 *en* K ; KM′ *coupe* OA *en* A′, OB *en* B_1'. *Les trois droites* A′B′, OM, $A_1'B_1'$ *concourent sur la droite* IJK.

IV. — *Le point dont les coordonnées normales sont :*

$$\frac{r_b+r_c-r_a}{a}, \textit{ etc.},$$

que nous avons déjà rencontré (voir *Association Française*, Congrès de Toulouse, p. 33) *est aussi sur la ligne qui joint le centre de gravité au point*

$$\frac{a^2+bc}{a}, \textit{ etc.}$$

Les coordonnées normales du point de Lemoine *d'un triangle* ABC, *par rapport au triangle de référence dont les côtés seraient les trois diagonales* (*non passant par les sommets de* ABC) *des trois parallélogrammes qui sont formés chacun par deux côtés de* ABC *et par les parallèles à ces côtés menées par le point de* Lemoine *de* ABC *sont :* $\frac{1}{a^2}$, $\frac{1}{b^2}$, $\frac{1}{c^2}$.

Le point qui a pour coordonnées normales cos A — cos B cos C, *etc., est le conjugué harmonique du centre de gravité par rapport au centre du cercle circonscrit et à l'orthocentre.*

Dans un triangle ABC, *si* $a=r_a$:

La circonférence qui a pour centre le point de contact sur BC *du cercle*

ex-inscrit de rayon r_a, *et pour rayon cette même longueur* r_a, *touche la circonférence décrite de* A *comme centre avec* $p - a$ *pour rayon.*

Un cercle variable passant par le sommet O *d'un angle fixe donné coupe les deux côtés de cet angle suivant des cordes* OA, OB *dont la somme ou la différence est constante; le centre du cercle décrit alors une droite.*

V. — *Mener un cercle tangent aux trois cercles tangents entre eux deux à deux et ayant pour centres les sommets d'un triangle* ABC.

Ce problème a été proposé au Concours général de 1875; M. *Aubert* en a donné une solution dans les *N. A. de Math.*, 1876, p. 318; j'en ai donné une autre dans la *Nouvelle Correspondance de Mathém.* en 1880, p. 513; mais le problème, qui est fort intéressant, n'est point, aux endroits cités, résolu d'une façon complète, car on n'examine que le cas où les rayons des cercles décrits de A, B, C comme centre, sont respectivement $p - a$, $p - b$, $p - c$; mais ils peuvent être aussi p, $p - c$, $p - b$; $p - c$, p, $p - a$; $p - b$, $p - a$, p; de plus, dans le seul cas examiné, on ne donne pas les coordonnées fort simples du centre du cercle cherché, auxquelles on n'arrive qu'après des transformations qui ne se présentent pas immédiatement à l'esprit. Pour compléter la solution, il suffit d'étudier l'un de ces trois derniers cas, les deux autres s'en déduisent par symétrie tournante; nous étudierons le cas des rayons p, $p - c$, $p - b$.

J'emploie la transformation par rayons vecteurs réciproques, l'un des points de contact commun à deux cercles étant le pôle, et la constante étant choisie de façon que le troisième cercle se transforme en lui-même (voir *Nouvelle Correspondance*, loco citato); nous n'entrerons pas dans les détails de la solution qui se retrouvera facilement avec ce qui précède.

Soit H_a le pied sur BC de la hauteur partant de A; H_b, etc.

Je prends, de part et d'autre de A sur la hauteur AH_a : $AA_p = AA'_p = p$; $AA_{p-a} = AA'_{p-a} = p - a$; $AA_{p-b} = AA'_{p-b} = p - b$; $AA_{p-c} = AA'_{p-c} = p - c$, les lettres accentuées se trouvant dans le sens AH_a; de même je marque sur les deux autres hauteurs des points B_p, etc.

A', B', C'	sont les points de contact sur	BC,	CA,	AB	du cercle	inscrit de rayon	r
A'_a, B'_a, C'_a	—	—	—	—	—	ex-inscrit —	r_a
A'_b, B'_b, C'_b	—	—	—	—	—	—	r_b
A'_c, B'_c, C'_c	—	—	—	—	—	—	r_c

PREMIER CAS. — Les rayons des cercles décrits de A, B, C comme centres sont : $p - a$, $p - b$, $p - c$.

Les trois droites $A'A_p$, $B'B_p$, $C'C_p$ *ont pour équations*.

$$\alpha a(c - b) r_b r_c - \beta b(a + r_a) r_a r_c + \gamma c(a + r_a) r_a r_b = 0,$$
$$\alpha a(b + r_b) r_b r_c + \beta b(a - c) r_a r_c - \gamma c(b + r_b) r_a r_b = 0,$$
$$-\alpha a(c + r_c) r_b r_c + \beta b(c + r_c) r_a r_c + \gamma c(b - a) r_a r_b = 0;$$

elles se coupent au point ω : $\frac{a+r_a}{a}$, $\frac{b+r_b}{b}$, $\frac{c+r_c}{c}$, *qui est le centre du cercle tangent à l'intérieur des trois cercles considérés.*

Le rayon ρ de ce cercle est : $\frac{S}{2p+4R+r}$.

Le point ω est sur la ligne qui joint le centre du cercle inscrit au point de Gergonne : $\frac{1}{a(p-a)}$, $\frac{1}{b(p-b)}$, $\frac{1}{c(p-c)}$ du cercle inscrit (voir *Association Française*, Congrès de Nancy, 1886, p. 84, de Toulouse, 1887, p. 27).

Les trois droites $A'A'_p$, $B'B'_p$, $C'C'_p$ *ont pour équations :*

$$\begin{aligned} \alpha a(b-c)r_br_c + \beta b(a-r_a)r_ar_c - \gamma c(a-r_a)r_ar_b &= 0, \\ -\alpha a(b-r_b)r_br_c + \gamma b(c-a)r_ar_c + \gamma c(b-r_b)r_ar_b &= 0, \\ \alpha a(c-r_c)r_br_c - \gamma b(c-r_c)r_ar_c + \gamma c(a-b)r_ar_b &= 0; \end{aligned}$$

elles se coupent en Ω : $\frac{a-r_a}{a}$, $\frac{b-r_b}{b}$, $\frac{c-r_c}{c}$ *qui est le centre du second cercle tangent aux trois cercles donnés.*

Le rayon ρ' de ce cercle est : $\frac{S}{2p-4R-r}$.

Ω est aussi sur la droite qui joint le centre du cercle inscrit au point de *Gergonne* du cercle inscrit.

L'équation de la droite $\omega\Omega$ qui contient, par conséquent, ce point de *Gergonne* et le centre du cercle inscrit est :

$$\sum a\alpha(cr_b - br_c) = 0,$$

ou

$$\sum \frac{a\alpha(b-c)}{r_a^2} = 0.$$

On a : $\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'} = \frac{4}{r}$.

Deuxième Cas. — Les rayons des cercles décrits de A, B, C comme centres sont p, $p-c$, $p-b$.

Soient ω_a, Ω_a les centres des cercles cherchés, ρ_a, ρ'_a leurs rayons.

Les trois droites $A'A_p$, $B'B_{p-c}$, $C'C_{p-b}$ *ont pour équations :*

$$\begin{aligned} \alpha a(c-b)r_br_c - \beta brr_b(a+r) + \gamma crr_c(a+r) &= 0, \\ \alpha a(b+r_c)r_br_c + \beta brr_b(a+c) + \gamma crr_c(b+r_c) &= 0, \\ \alpha a(c+r_b)r_br_c + \beta brr_b(c+r_b) + \gamma crr_c(a+b) &= 0, \end{aligned}$$

et se coupent en ω_a *qui a pour coordonnées :*

$$-\frac{a+r}{a}, \quad \frac{b+r_c}{b}, \quad \frac{c+r_b}{c}.$$

Le rayon ρ_a du cercle considéré qui a ω_a pour centre est :

$$\rho_a = \frac{S}{4R - r_a + 2(p - a)},$$

ω_a est sur la droite qui joint le centre du cercle ex-inscrit o_a au point de *Gergonne*: $-\frac{1}{ap}, \frac{1}{b(p-c)}, \frac{1}{c(p-b)}$ de ce cercle.

Les trois droites $A'A'_p$, $B'B'_{p-c}$, $C'C'_{p-b}$ *ont pour équations :*

$$\alpha a(c - b) r_b r_c - \beta b r r_b (a - r) + \gamma c r r_c (a - r) = 0,$$
$$\alpha a(r_c - b) r_b r_c - \beta b r r_b (a + c) + \gamma c r r_c (r_c - b) = 0,$$
$$\alpha a(r_b - c) r_b r_c + \beta b r r_b (r_b - c) + \gamma c r r_c (a + b) = 0,$$

et se coupent en Ω_a *qui a pour coordonnées* :

$$\frac{a - r}{a}, \quad \frac{r_c - b}{b}, \quad \frac{r_b - c}{c}.$$

Ω_a est aussi sur la droite qui joint le centre du cercle ex-inscrit o_a au point de *Gergonne* de ce cercle.

Le rayon ρ'_a du cercle considéré de centre Ω_a est :

$$\rho'_a = \frac{S}{4R - r_a - 2(p - a)},$$

L'équation de la droite $\omega_a\Omega_a$ qui contient le centre du cercle ex-inscrit o_a et le point de *Gergonne* de ce cercle est :

$$a\alpha (b r_b - c r_c) + b\beta (a r_b - c r) - c\gamma (a r_c - b r) = 0,$$

ou

$$\frac{a\alpha(c - b)}{r^2} - \frac{b\beta(a + c)}{r_c^2} + \frac{c\gamma(a + b)}{r_b^2} = 0,$$

et l'on a :

$$\frac{1}{\rho_a} - \frac{1}{\rho'_a} = \frac{4}{r_a}.$$

Remarquons encore ce théorème :

Si l'on joint le point de GERGONNE *d'un des cercles tangents aux trois côtés d'un triangle, au centre de ce cercle, on a quatre droites qui concourent en un même point. Ce point a pour coordonnées :*

$$\text{Cos A} - \cos B \cos C, \text{ etc.},$$

c'est le conjugué harmonique du centre de gravité par rapport au point de concours des hauteurs et au centre du cercle circonscrit.

VI. — *Soit un triangle* ABC ; ρ_1, ρ_2, ρ_3, *les rayons de cercles décrits respec-*

tivement de A, B, C *comme centres; le centre radical* P *de ces trois circonférences a pour coordonnées normales :*

$$abc \cos A - a\rho_1^2 + b \cos C\, \rho_2^2 + C \cos B\, \rho_3^2,$$
$$abc \cos B + a \cos C.\rho_1^2 - b\rho_2^2 + c \cos A\, \rho_3^2,$$
$$abc \cos C + a \cos B.\rho_1^2 + b \cos A\, \rho_2^2 - c\rho_3^2.$$

On en déduit :

1° *Si l'on a :*

$$a_1\rho_1 + a_2\rho_2 + a_3\rho_3 = a'_1\rho_1 + a'_2\rho_2 + a'_3\rho_3 = a''_1\rho_1 + a''_2\rho_2 + a''_3\rho_3,$$

le lieu de P *est une droite lorsque les rayons des cercles varient :*

Lorsque $a_1 = a'_2 = a''_3 = 0$ et que $a_2 = a_3 = \frac{\lambda}{a}$; $a'_1 = a'_3 = \frac{\lambda}{b}$; $a''_2 + a''_1 = \frac{\lambda}{c}$. Cette droite est la ligne qui joint le centre du cercle inscrit au centre du cercle circonscrit.

2° *Si les puissances de* C, A, B, *par rapport respectivement aux cercles de rayons* ρ_1, ρ_2, ρ_3, *sont égales, le point* P *est fixe. Il en est de même si les puissances de* B, C, A *respectivement par rapport aux cercles de rayons* ρ_1, ρ_2, ρ_3 *sont égales.*

Dans le premier cas, les coordonnées du point fixe sont :

$$a(c^2 - b^2) + bc^2 \cos C,\quad b(a^2 - c^2) + ca^2 \cos A,\quad c(b^2 - a^2) + ab^2 \cos B.$$

On aurait de même pour le second cas :

$$a(b^2 - c^2) + cb^2 \cos B, \text{ etc.}$$

3° Si $\rho_1 = a$,
$\rho_2 = b$,
$\rho_3 = c$.

Le point P est le point :

$$\frac{\cos A - \cos B \cos C}{a},\quad \frac{\cos B - \cos A \cos C}{b},\quad \frac{\cos C - \cos A \cos B}{c}.$$

Ce point est sur la ligne qui joint le point cotg A, etc., au point $\frac{1}{a \cos A}$, etc., et aussi sur la ligne qui joint l'orthocentre au centre de gravité, ou ligne d'Euler.

4° *Si la somme des puissances d'un sommet, par rapport aux cercles décrits des deux autres comme centres, est la même pour les trois sommets, le centre radical des trois cercles est au même point, quels que soient les trois cercles.*

Ce point est précisément le point $\frac{\cos A - \cos B \cos C}{a}$ etc., que nous venons de rencontrer.

VII. — *Il y a une courbe du troisième ordre qui passe :*

1° *Par les sommets d'un triangle et par les milieux de ses côtés ;*

2° *Par l'orthocentre et par le centre du cercle circonscrit ;*

3° *Par le centre de gravité et par le point de* LEMOINE ;

4° *Par les centres des cercles tangents aux trois côtés ;*

5° *Par les milieux des trois hauteurs.*

Son équation en coordonnées normales est :

$$a\beta\gamma(b\beta - c\gamma) + b\gamma\alpha(c\gamma - a\alpha) + c\alpha\beta(a\alpha - b\beta) = 0.$$

6° Elle est à elle-même sa propre inverse, c'est-à-dire que si α, β, γ sont les coordonnées d'un de ses points, elle passe aussi par le point $\frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\beta}, \frac{1}{\gamma}$.

7° Elle passe par le point $p - a, p - b, p - c$ déjà souvent rencontré par nous (voir *Association Francaise,* Congrès de Toulouse, 1887, p. 25) et par les trois points $p, p - c, p - b; p - c, p, p - a; p - b, p - a, p$ *(loco citato)* (*).

Cette courbe est le lieu des centres des coniques inscrites à un triangle et telles que les normales au point de contact sont concourantes.

VIII. — Nous avons déjà souvent rencontré le point dont les coordonnées normales sont : $\frac{a^4 + b^2c^2}{a}$, etc., et qui est à l'intersection de la ligne qui joint le point a^2, etc., à son inverse et sur la ligne qui joint le centre de gravité au centre du cercle circonscrit, nous allons en donner une construction directe au moyen des points de *Brocard.*

THÉORÈME. — *Soit* ABC *un triangle,* O *et* O′ *deux points du plan qui ont respectivement pour coordonnées* l, m, n; l′, m′, n′ *soit* 𝒜 *la droite qui passe par le point d'intersection de* CO *et de* BO′ *et par le point d'intersection de* CO′ *et de* BO; *soit* ℬ *la droite qui passe par le point d'intersection de* CO *et de* AO′ *et par le point d'intersection de* CO′ *avec* AO; *soit* 𝒞 *la droite qui passe par le point d'intersection de* BO *avec* AO′ *et par le point d'intersection de* BO′ *avec* AO. *Les trois droites* 𝒜, ℬ, 𝒞 *se coupent en un point* I.

Car les trois coniques formées, la 1re, par les droites AO, AO,
la 2me, par les droites BO′, BO,
la 3me, par les droites CO′, CO,

ont pour corde commune OO′; donc les cordes non communes qui sont 𝒜, ℬ, 𝒞 sont concourantes.

(*) Depuis notre communication, nous nous sommes aperçu que cette courbe remarquable avait été déjà rencontrée par M. *Thomson* (voir *N. A.*, 1865, p. 144 et 469) ; aux propriétés reconnues par lui nous en avons ajouté quelques autres.

Les coordonnées normales de leur point de concours I sont :

$$ll'(m'n + n'm), \qquad mm'(n'l + l'n), \qquad nn'(l'm + m'l)$$

Si O et O′ sont les points de *Brocard*, I est précisément le point :

$$\frac{a^4 + b^2c^2}{a} \text{ etc.}$$

Si O et O′ sont le centre de gravité et le point de Lemoine, I est le milieu de la ligne qui joint les points de Brocard.

Si O et O′ sont les points $p - a, p - b, p - c$ et $\frac{1}{p-a}, \frac{1}{p-b}, \frac{1}{p-c}$ I est le point $r_a(r_b^2 + r_c^2)$, etc.

IX. — Nous avons montré (*Association Française*, Congrès de Nancy, 1886, p. 99) que dans un triangle le lieu des points (α, β, γ) tels que :

$$\frac{\alpha}{a^m} = \frac{\beta}{b^m} = \frac{\gamma}{c^m}.$$

est la courbe transcendante $(a\alpha)^{\log\frac{b}{c}} \times (b\beta)^{\log\frac{c}{a}} \times (c\gamma)^{\log\frac{a}{b}} = 1$; son équation peut s'écrire plus simplement :

$$\alpha^{\log\frac{b}{c}} \cdot \beta^{\log\frac{c}{a}} \cdot \gamma^{\log\frac{a}{b}} = 1.$$

parce que l'on voit facilement que l'on a toujours : $a^{\log\frac{b}{c}} \cdot b^{\log\frac{c}{a}} \cdot c^{\log\frac{a}{b}} = 1.$

On peut généraliser ainsi ce résultat et dire :

Le lieu des points α, β, γ tels que :

$$\frac{\alpha}{L^m} = \frac{\beta}{M^m} = \frac{\gamma}{N^m},$$

quand m varie, est la courbe trancendante : $\alpha^{\log\frac{M}{N}} \cdot \beta^{\log\frac{N}{L}} \cdot \gamma^{\log\frac{L}{B}} = 1.$

Si $L^2 = MN$, ce lieu devient la conique bien connue $\alpha^2 = \beta\gamma$ et est par conséquent indépendant de ABC; cela se démontre directement avec la plus grande facilité.

X. — *Le lieu du centre des cercles qui coupent les trois côtés d'un triangle* ABC, *suivant des cordes de longueurs proportionnelles à trois longueurs données* l, m, n, *est une conique.*

On démontre d'abord que :

Le lieu du centre des cercles de rayon donné qui coupent deux côtés suivant des cordes dont les longueurs sont proportionnelles à deux longueurs données, est une hyperbole.

On déduit facilement de là que le lieu cherché est la conique :

$$(2) \qquad \alpha^2(m^2 - n^2) + \beta^2(n^2 - l^2) + \gamma^2(l^2 - m^2) = 0$$

qui est à elle-même triplement son associée (voir *Association Francaise*,

Congrès de Blois, 1884, p. 49) et passe par les centres des cercles tangents aux trois côtés du triangle.

La conique représentée par l'équation (2) est une ellipse, une parabole, ou une hyperbole, suivant que :

$$a^2(l^2-m^2)(n^2-l^2)+b^2(m^2-n^2)(l^2-m^2)+c^2(n^2-l^2)(m^2-n^2)$$

est plus grand que zéro, égal à zéro, plus petit que zéro.

Le centre I de cette conique a pour coordonnées :

$$\frac{a}{m^2-n^2},\quad \frac{b}{n^2-l^2},\quad \frac{c}{l^2-m^2}.$$

Si l, m, n sont proportionnels à a, b, c, ce centre I est sur le cercle circonscrit, au point où ce cercle touche la droite :

$$\sum\frac{(b^2-c^2)^2}{a}\alpha=0.$$

Si l, m, n sont proportionnels à $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$, I est le point de *Steiner*.

Soit un cercle variable de position, mais de rayon donné R, *qui coupe les côtés d'un triangle suivant des cordes de longueurs* l, m, n, *la somme* $l^2+m^2+n^2$ *sera maxima si le centre du cercle considéré est au point de* LEMOINE.

XI. — On rencontre souvent dans la géométrie du triangle le point D dont les coordonnées normales sont $\frac{1}{a^3}$, $\frac{1}{b^3}$, $\frac{1}{c^3}$. (Voir, par exemple, *Association Française*, 1883, Congrès de Rouen, page 192, 5° et ici même § VIII.)

Le théorème suivant permet de le construire fort simplement :

Soit C_b *le point où la médiatrice* (*) *du côté* CA *coupe la médiane* CC′; C_a *le point où la médiatrice du côté* CB *coupe la médiane* CC′; AC_a *et* BC_b *se coupent en* D_c; *1° la droite* CD_c *passe par le point* D; *2°* AC_b, BC_a *se coupent en* D'_c, *la droite* CD'_c *passe par le point de* LEMOINE.

Ce théorème permet donc de construire, soit le point D, soit le point de *Lemoine*.

En *mesurant* la simplicité de l'opération par le procédé indiqué dans notre précédente communication, on trouve pour le point D :

Construire les trois médiatrices par des cercles de même rayon décrits de A, B, C comme centres: op. $(3C_1+3C_3+6R_1+3R_2)$.

Joindre AA′, BB′ : op. $(4R_1+2R_2)$.

Joindre CA_c, BA_b qui se coupent en D_a : op. $(4R_1+2R_2)$.

Joindre AB_a, CB_c qui se coupent en D_b : op. $(4R_1+2R_2)$.

(*) Rappelons que pour abréger le langage on appelle *médiatrice* la perpendiculaire élevée à un côté par le milieu de ce côté.

Enfin joindre AD_a, BD_b qui se coupent en D : op. $(4R_1 + 2R_2)$.

Résultat : $22R_1 + 11R_2 + 3C_1 + 3C_3$.

Simplicité : 39.

La construction du point de *Lemoine* conduit évidemment à un résultat identique.

XII. — *Soient deux triangles quelconques* ABC, A'B'C' ; M *et* M' *deux points tels que* AM *et* A'M' *soient parallèles ainsi que* BM *et* B'M' *et que* CM *et* C'M' ; M *et* M' *décrivent des coniques respectivement circonscrites à* ABC *et à* A'B'C'.

XIII. — Si x, y, z sont les coordonnées normales *absolues* d'un point M, il n'y a pas en général de point M_1 qui ait pour coordonnées normales absolues y, z, x, ni de points M_2 qui ait pour coordonnées normales absolues z, x, y; cela posé :

Soient I_1 et I_2 les points direct et rétrograde de Jérabek b, c, a; c, a, b; soient I_{1a}, I_{1b}, I_{1c}; I_{2a}, I_{2b}, I_{2c}, les associés de ces points (voir *Association Française*, Congrès de Blois), o, o_a, o_b, o_c les centres des cercles tangents aux côtés.

Les deux droites oI_1, oI_2 *sont telles que les coordonnées absolues d'un point* M *de l'une, sont les mêmes, à l'ordre près, que les coordonnées absolues d'un certain point* M_1 *de l'autre.*

L'enveloppe de MM_1 *a pour équation :*

$$\sum \alpha^2 \left[(b+c)^2 - 4a(b+c-a)\right] - 2\sum \beta\gamma \left[2(b-c)^2 + (c-a)(a-b)\right] = 0.$$

Les couples de droites $o_a I_{1b}$ *et* $o_a I_{2c}$; $o_b I_{1c}$ *et* $o_b I_{2a}$; $o_c I_{1a}$ *et* $o_c I_{2b}$ *sont tels que les coordonnées absolues d'un point* M *de l'une sont les mêmes, à l'ordre et au signe près, que les coordonnées absolues d'un certain point* M_1 *de l'autre* ; MM_1 *enveloppe une conique.*

XIV. — Ajoutons quelques formules exprimant des relations entre les éléments du triangle, à celles que nous avons données l'année dernière au Congrès de Toulouse.

(1) $$c^2 = (r_c - r)(r_a + r_b).$$

(2) $$R = \frac{(r_b + r_a)(r_a r_b + r r_c)}{4 r_a r_b}.$$

(3) $$a r_b - b r_a = \frac{r_a r_b}{r_c}(b - a).$$

(4) $$p = \frac{c r_c}{r_c - r}; \quad p - c = \frac{c r}{r_c - r}.$$

(5) $$\text{Cos}^2\frac{A}{2}=\frac{r_b+r_c}{4R}.$$

(6) $$S=\frac{r_a r_b(r_c-r)}{c}.$$

On trouve dans ces formules les éléments de résolution de triangles pour des cas moins simplement abordables autrement, par exemple la formule (5) conduit à la détermination rapide des éléments d'un triangle dont on connait p, r_b+r_c, R, puisqu'elle donne l'angle A ; que d'ailleurs on a $r_a=p.\text{tg}\frac{A}{2}$ et que $r_a+r_b+r_c-r=4R$.

La formule (1) permet de déterminer le triangle dont on connaît : r, r_c, r_a+r_b.

Puisqu'elle donne le côté c, les formules (4) donnent p,

$$\overline{r_a+r_b}+r_c-r=4R \text{ donne R, etc.}$$

La formule (6) montre que dans un calcul où a, b, c, entrent d'une façon homogène ils peuvent être remplacés par les quantités proportionnelles $r_b\,r_c\,(r_a-r)$, etc., ou $\frac{r_a-r}{r_a}$, etc.

XV. — En terminant, signalons deux modes excessivement simples de génération des tétraèdres équifaciaux (voir *Association Française*, 1875, Congrès de Nantes) :

1° *Si* SA'B'C' *est un tétraèdre qui a un angle trièdre trirectangle en* S *et que* A, B, C *soient les milieux de* B'C', C'A', A'B', *le tétraèdre* SABC *est équifacial;*

2° *Si* α *et* A' *sont, sur deux droites, les pieds de la plus courte distance de ces deux droites et que l'on prenne à partir de* α *sur l'une, à partir de* A' *sur l'autre et de part et d'autre de ces points* αS = αA = A'B = A'C = x, *le tétraèdre* SABC *est équifacial.*

M. PELLETREAU

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Constantine.

L'ÉVAPORATION DES EAUX DOUCES ET DES EAUX SALÉES

— Séance du 30 mars 1886 —

Depuis longtemps déjà on s'occupe d'étudier de grands barrages réservoirs dans la province de Constantine. La perte par évaporation dans les retenues étant un des éléments importants du calcul, j'ai voulu uti-

liser les étangs du Djebel-Ouach pour étudier l'évaporation de l'eau dans la région de Constantine.

Plus tard, quand on a parlé de la mer Intérieure, les ingénieurs de Constantine ne pouvaient pas se désintéresser de la question et j'ai été conduit à m'occuper également de l'évaporation des eaux salées.

Je demande donc la permission de soumettre au Congrès quelques réflexions personnelles sur ce sujet; mais je serai nécessairement très bref, car j'ignorais, il y a peu de jours encore, que ce Congrès devait se réunir à Oran à la fin de mars.

LES EAUX DOUCES

M. Dieulafait a exécuté dans la Méditerranée une série d'expériences dont le détail a été publié dans les comptes rendus de l'Académie des sciences. *(Bulletin des 4 et 18 juin 1883.)*

Les résultats peuvent se résumer en peu de mots :

1° Dans la Méditerranée, sur une surface qu'on peut considérer comme indéfinie, l'évaporation de l'eau salée normale, c'est-à-dire l'eau à la salure ordinaire de la mer est de 6^{mm} en vingt-quatre heures.

2° Le rapport R entre l'évaporation de l'eau salée normale et celle de l'eau douce a été trouvé égal à 0,965.

3° Quand le volume de l'eau salée était réduit de $\frac{1}{5}$ le rapport R est descendu à 0,920.

Si on admet ces expériences qui paraissent avoir été faites avec une précision remarquable, on est conduit pour l'évaporation de l'eau douce, dans le bassin méditerranéen, au chiffre de :

$$\frac{6}{0,965} = 6^{mm},22.$$

Voici maintenant les résultats des expériences faites à Constantine et pour qu'on puisse juger du degré de confiance qu'elles méritent, je dirai en peu de mots dans quelles conditions elles ont été accomplies.

Il y a au Djebel-Ouach, à sept kilomètres de Constantine, trois étangs dont la capacité totale est de $120,000^{mc}$. La surface d'évaporation est d'environ deux hectares. Quand les eaux baissent, cette surface diminue, mais elle diminue lentement, parce que les talus des étangs sont dressés à 45 degrés. Ils sont alimentés par une rigole qui fonctionne à peu près six mois de l'année, et, tous les jours, on envoie en ville un cube déterminé qui varie selon la saison et suivant la situation de la réserve en eau.

J'ai fait lever dans les étangs des profils en travers nombreux, de sorte que le cube de chaque étang et la surface d'évaporation sont exactement connus pour chaque hauteur. Des échelles placées dans ces étangs permettent de relever ces hauteurs. Pendant plusieurs années, chaque

semaine, le conducteur du service relevait les hauteurs et les inscrivait sur un registre. Il notait dans une autre colonne le débit de la rigole d'alimentation; dans une troisième, la quantité d'eau envoyée en ville, et dans une quatrième, les observations pluviométriques qui donnaient la quantité d'eau restituée zénithalement aux étangs.

Au moyen de ces éléments, il est possible de dire qu'elle a été l'évaporation entre deux époques déterminées.

Pour compléter les renseignements sur la situation, disons encore : que le Djebel-Ouach est à 1,000 mètres d'altitude; que les étangs sont entourés de plantations qui maintiennent une température très inférieure à celle de Constantine et, enfin, que deux des étangs sur trois sont bien abrités contre les vents. Le service se fait d'ailleurs de manière à laisser les eaux le moins longtemps possible dans l'étang supérieur qui reçoit le vent du nord.

Quelles sont les causes possibles d'erreurs ?

Il n'y a dans les étangs aucunes infiltrations; le cube d'eau envoyé en ville est mesuré au moyen d'un bassin jaugeur, c'est-à-dire indépendamment de toute formule et de tout coefficient expérimental. Il est donc nécessairement connu avec exactitude.

La lecture aux échelles est facile, parce que le calme le plus complet existe toujours dans les étangs. Du reste, une erreur de lecture ne pourrait exercer d'influence que si on voulait avoir l'évaporation pendant un temps assez court. Cette cause est complètement éliminée, quand, au contraire, on veut prendre en bloc l'évaporation depuis le moment où les étangs commencent à baisser jusqu'à celui où ils sont vides, car alors le cube total seul entre dans le calcul.

Reste la rigole d'alimentation, dont le débit peut varier brusquement entre deux observations successives, mais dans des limites peu étendues à cause de sa faible section; on va voir, du reste, que cette cause n'a pas exercé d'influence sensible.

Par des relevés nombreux faits entre des époques variables, j'ai trouvé d'abord que l'évaporation d'hiver avait toujours été à celle d'été dans le rapport de 2 à 3. J'ai ensuite déterminé l'évaporation d'été pour plusieurs années, et, comme dans cette période la rigole ne fonctionnait pas, le résultat obtenu en a été indépendant; la moyenne générale d'été a été de 8^{mm}, et la moyenne annuelle d'été a varié de $7^{mm},2$ à $9^{mm},1$. Il en résulte que la moyenne de toute une année, hiver et été compris, se trouve de $6^{mm},67$.

En reprenant les résultats d'ensemble, c'est-à-dire en établissant l'évaporation totale de l'année sans passer par le rapport des deux évaporations, on retombe sur le même chiffre, à quelques centièmes près.

Étant données les conditions dans lesquelles se trouve le Djebel-Ouach,

je crois qu'on peut prendre ce chiffre de 6,67 comme représentant réellement l'évaporation de l'eau douce à Constantine. Ce chiffre devrait-il être diminué pour un barrage réservoir dont la retenue constituerait une surface beaucoup plus grande que celle des étangs ?

Si on admet le chiffre de M. Dieulafait pour la Méditerranée, la réponse est négative, car il n'est pas excessif d'admettre qu'il y ait un demi-millimètre d'évaporation en plus à Constantine.

Du reste, dès qu'on sort des expériences de cabinet, et quand on opère à l'abri du réchauffement latéral et du réchauffement par le fond, je crois que l'étendue de la surface d'évaporation n'a pas une grande influence, à moins que cette surface ne devienne extrêmement grande.

Pour que cette influence se fasse réellement sentir, il faut que des masses d'air presque saturées restent longtemps en contact avec la surface d'évaporation, ce qui n'est pas possible sur des étendues de 1,000 à 1,200 hectares que le moindre souffle de vent balaie d'un bout à l'autre.

D'un autre côté, dans les retenues de barrage, il y a toujours une zone peu profonde dans laquelle le réchauffement du sol augmente beaucoup l'évaporation. Cet effet de la faible profondeur est si marqué, que j'ai pu constater en Corse que la décomposition des matières organiques par l'action solaire se faisait sentir au fond des étangs, tant que le sol n'était pas défendu par une couche d'eau d'un mètre d'épaisseur.

Je crois donc qu'au lieu de diminuer le chiffre trouvé au Djebel-Ouach, il faudrait l'augmenter et le porter à 7^{mm} s'il s'agissait d'un barrage réservoir. Sur les hauts plateaux, qui sont très découverts et où des vents violents soufflent presque constamment, j'ai cru prudent d'augmenter encore, et, pour le barrage de l'Oued-Atmenia, j'ai fait les calculs avec 8^{mm}.

Si on se déplace sur le méridien de Constantine en cherchant d'autres mesures d'évaporation, on trouve d'abord les expériences de Biskra, qui ont donné une moyenne de $6^{mm},34$, c'est-à-dire moins qu'au Djebel-Ouach.

Au premier abord, on a lieu d'être étonné de ce résultat. Je crois cependant qu'il est exact pour le lieu même où il a été constaté, mais qu'il ne représente pas l'évaporation vraie à la latitude de Biskra.

On a observé, en effet, au milieu d'une oasis, c'est-à-dire dans un énorme massif planté et irrigué, dans lequel une végétation puissante est un obstacle sérieux à la circulation de l'air. Si on était sorti de l'oasis, on aurait sans doute trouvé une évaporation plus élevée. Il y a peut-être aussi une autre cause qui a contribué à diminuer l'évaporation.

Dans le sud, quand il n'y a pas de vent du nord, l'atmosphère est très chargée de poussières, qui paraissent absorber une partie de l'action solaire. Quand nous avons fait à Constantine des expériences sur les appareils Pifre *(Mouchot transformé)*, nous avons constaté que les plus forts rendements ont été obtenus en hiver. Pour mon compte, j'ai attribué ce résultat

à la cause que je viens d'indiquer, et, si cela est exact, plus on avance dans le sud, plus l'effet doit être sensible. Effectivement, MM. Roche et Béringer, qui avaient emporté des appareils solaires, m'ont déclaré que ces appareils avaient souvent donné de très mauvais résultats en plein Sahara, avec des températures très élevées (1).

Quoi qu'il en soit, le chiffre de $6^{mm},34$ ne doit être pris que pour ce qu'il vaut, c'est-à-dire pour l'évaporation dans l'oasis même de Biskra. On est porté à croire que l'évaporation en rase campagne serait plus élevée, non seulement par les résultats du Djebel-Ouach, mais encore par les observations faites dans le bassin des chotts.

Dans cette région, M. Roudaire a trouvé une moyenne de $7^{mm},55$ du mois de décembre au mois de mai. Pendant cette même période, la moyenne à Biskra est de $4^{mm},65$, alors que la moyenne annuelle est de $6^{mm},34$; on est donc porté à croire que si les expériences avaient été poursuivies toute l'année, on aurait eu :

$$7^{mm},55 \times \frac{6,34}{4,65} = 10^{mm},35.$$

M. Rolland a, en effet, trouvé des évaporations de 8 à 10^{mm}, avec des maximums pouvant aller jusqu'à 25^{mm}.

Les expériences dans les chotts ayant été faites avec des évaporomètres dans lesquels il y a un réchauffement considérable, l'évaporation serait sans doute moindre sur les surfaces étendues, mais rien ne donne des indications sur la quantité dont il faudrait réduire le chiffre trouvé.

En résumé, les seuls chiffres qui paraissent certains sont :

$6^{mm},20$ pour une grande surface sur les bords de la Méditerranée;

$6^{mm},77$ pour une surface déjà assez grande à Constantine;

$6^{mm},34$ dans l'oasis même de Biskra, pour une petite surface;

$10^{mm},35$ dans les chotts, également pour une petite surface.

Formulant ensuite une opinion toute personnelle, j'adopterai, le cas échéant, pour une nappe étendue avec des bords peu profonds :

$6^{mm},5$ sur le littoral;

7^{mm} dans la région de Constantine;

8^{mm} dans les hauts plateaux;

$8^{mm},5$ dans la région de Biskra;

10^{mm} dans la région des chotts.

LES EAUX SALÉES

La question est bien plus complexe et les résultats connus paraissaient bien discordants, avant que les expériences de M. Dieulafait n'aient montré

(1) On doit dire aussi que les eaux de Biskra sont très chargées en sels magnésiens.

combien l'évaporation de l'eau salée diminuait rapidement quand la salure augmente.

A propos de la mer Intérieure, M. Roudaire s'est efforcé de démontrer que l'évaporation ne serait que de 3^{mm}. Mais comment a-t-il procédé?

Il a fait d'abord, avec des évaporomètres, des expériences comparatives entre l'évaporation des eaux salées et celle des eaux douces. Il a trouvé R = 0,66; mais, pour une raison qu'il n'a pas dite, il a pris R = 0,62. Il est parti ensuite de l'évaporation à Biskra (6^{mm},34), et il l'a multipliée par 0,62, ce qui a donné 4, puis il a diminué de $\frac{1}{4}$ pour tenir compte de l'influence de la surface.

On ne voit pas pourquoi il a basé tout son calcul sur l'évaporation de Biskra, puisqu'il avait fait des expériences dans les chotts. Si on remplace 6,34 par 10,35, et si on poursuit le calcul de la même manière, on trouve 5^{mm} et non pas 3.

Ce chiffre de 5^{mm} lui-même ne serait exact que si les deux principes admis par M. Roudaire l'étaient également, à savoir :

1° Que l'évaporation sur une grande surface est les $\frac{3}{4}$ de celle qu'on obtient dans un évaporomètre ;

2° Que R = 0,62 représente, en toutes circonstances, le rapport entre l'évaporation de l'eau salée et celle de l'eau douce.

Je n'ai rien à dire de certain sur le premier point, puisqu'il n'y a pas d'expériences bien concluantes. Je pense, cependant, que la différence n'est pas aussi forte; mais je crois que, sur le second, il y a une forte erreur. M. Dieulafait a trouvé que R = 0,965 pour des eaux à la salure normale, c'est-à-dire à la salure ordinaire de la mer. Si M. Roudaire a trouvé R = 0,62, c'est sans doute parce que les eaux qu'il a fait évaporer se sont trouvées, à la fin des expériences, à une salure très élevée, de sorte que leur salure moyenne a été très supérieure à 1.

En rendant compte des expériences que j'ai faites à Philippeville, je montrerai les résultats singuliers qu'on peut obtenir dans des vases de petites dimensions par des évaporations prolongées.

Le rapport R variant avec la salure, 0,62 est une des valeurs qu'il peut prendre, mais ce n'est pas celle qui correspond à la salure 1.

Cependant la Commission a admis le chiffre de 3^{mm},5, et elle y a été sans doute conduite par l'exemple de Suez.

On sait que, pendant huit jours, du 7 au 15 juillet 1869, le niveau est resté constant dans les lacs Amers. On en a conclu que l'évaporation avait été égale à l'introduction, ce qui a donné ce chiffre de 3,5.

Mais il est certain que la salure était très forte à ce moment. Il y a quelque temps, elle était encore égale à 2, et elle tendait à diminuer. Donc, elle avait été supérieure à 2. Le fait est attesté par les ingénieurs

de Suez, et il ressort nettement de l'étude que ces ingénieurs ont faite sur les courants alternatifs.

Pendant six mois de l'année, la mer Méditerranée est à $0^m,40$ au-dessus de la mer Rouge. Pendant les six autres mois, c'est la mer Rouge qui est au-dessus de la Méditerranée. Il en résulte des courants dont M. Lemasson a donné les débits.

Il a trouvé les nombres suivants :

En été :

Volume entrant	575.769.600^mc
Volume sortant	403.666.800

En hiver :

Volume entrant	510.105.600^mc
Volume sortant	398.882.400

Le cube total entré pendant l'année est de 1,33 fois le cube sortant. Il ne pouvait donc y avoir équilibre que si la salure des lacs avait été de 1,33. Comme on l'a trouvée plus tard égale à 2, on peut assurer qu'au moment où on a constaté les débits ci-dessus, les lacs étaient encore en train de se dessaler.

Si la salure a été pendant le remplissage de 2,5 ou même davantage, il n'y a rien d'étonnant à ce que l'on ait trouvé une évaporation de $3^{mm},5$ seulement.

Cette forte salure s'explique facilement par les amas considérables de sel qui préexistaient dans les lacs Amers. Mais, en dehors de cette considération, l'élévation de la salure est une conséquence forcée du remplissage.

Supposons un bassin intérieur qu'il s'agit de remplir au moyen d'un canal d'un débit Q amenant de l'eau à la salure 1.

Pendant un instant dt le bassin perd par évaporation un volume Vdt qui est égal à la surface du bassin multipliée par l'évaporation qui est une fonction de la salure. Si on considère le premier instant du remplissage, le débit Q est réduit à $Q - V$ et, dès lors, la salure dans le bassin devient brusquement :

$$\frac{Q}{Q - V};$$

dans ce cas, V est le produit de la surface par l'évaporation de l'eau à la salure 1.

Suivant les valeurs de Q et de V, cette valeur initiale de la salure peut prendre une valeur quelconque.

Si le débit Q reste constant, elle tend ensuite à diminuer, puisque dans le second instant du temps l'eau qui s'évapore n'est plus à la sa-

lure 1 et que, par conséquent, V diminue. Elle irait en diminuant constamment si le bassin était indéfiniment grand et si on continuait à l'alimenter par le débit Q. Elle tendrait alors vers une limite. Mais si le débit Q varie et s'il est fonction du niveau dans le bassin, par suite de la salure, il s'établira un équilibre pour une valeur particulière de cette salure. Cela arrivera au temps t pour lequel il y aura dans le bassin une salure n telle que :

$$n = \frac{Q}{Q - V},$$

Q étant le débit et V le volume perdu par évaporation à ce même temps t.

Ce sont ces deux effets, celui dû au remplissage lui-même et celui du sel existant dans les lacs, qui se sont combinés à Suez pour donner une salure qu'on ne connaît pas, mais qui a été supérieure à 2.

La loi de variation de R avec la salure n'a pas encore été déterminée, à ma connaissance du moins. M. Dieulafait avait l'intention de s'en occuper et, dans une lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire, il m'avait promis quelques chiffres déterminés spécialement pour le cas de la mer Intérieure. La mort l'en a empêché et il n'a donné qu'un seul résultat, à savoir : que R, qui était égal à 0,965 pour l'eau salée normale, est devenu 0,920 pour une eau salée dont le volume s'était réduit de $\frac{1}{5}$ c'est-à-dire dont la salure était à peu près 1,25.

Si on admet que l'évaporation E soit égale à 6^{mm} pour une salure $n=1$, pour la salure $n = 1,25$ on aurait alors :

$$E=6 \times \frac{920}{965} = 5,72.$$

L'évaporation de 3,5 trouvée à Suez est une évaporation d'été, puisque l'expérience dont ce chiffre est déduit s'est produite au mois de juillet. Or, à Suez comme au Djebel-Ouach, comme dans le bassin des chotts, l'évaporation d'été est à l'évaporation d'hiver dans le rapport de 3 à 2. Donc, les eaux, à la salure où elles étaient à cette époque, n'auraient donné qu'une évaporation moyenne de 3^{mm} pendant une année entière.

Si on connaissait la salure, on aurait un nouveau point de la courbe représentant l'évaporation en fonction de la salure, mais on sait seulement que cette salure a été supérieure à 2.

D'autre part, on sait que dans le Karaboghaz, pour une salure peu supérieure à 6, l'évaporation est encore de $2^{mm},4$. Si on essaie de faire passer une courbe par les trois points connus, on voit que pour avoir une évaporation réduite à 3^{mm}, il faut absolument supposer une salure supérieure à 3.

Il n'est pas vraisemblable que la salure ait été supérieure à 3 à l'époque

où l'évaporation était de 3^{mm}. En effet, quelques temps après, quand on a fait les observations de courants, on a calculé l'évaporation, et on a trouvé $3^{mm},1$. Or, à ce moment, la salure était 2. Il n'est donc pas possible d'admettre à la fois les deux résultats, car il n'y aurait eu qu'un dixième de millimètre de différence dans l'évaporation pour une variation de plus de 1 dans la salure.

Il est vrai que plusieurs causes peuvent rendre inexacts l'un ou l'autre de ces chiffres. Le premier découle de l'évaporation observée pendant huit jours seulement, et il peut être, par conséquent, très inférieur à la moyenne générale de l'été. C'est même probable, parce que le mois de juillet est moins sec que les mois d'août et de septembre.

Quant au second, pour qu'il soit exact, il faut deux conditions :

Que les volumes des courants soient bien ceux qui ont été calculés ;

Que le niveau des lacs soit resté invariable pendant toute l'année.

Cette deuxième condition au moins n'a pas été remplie. J'ai fait remarquer, en effet, que l'équilibre en sel n'existait pas et que le dessalement continuait, c'est-à-dire que l'évaporation augmente et que le niveau des lacs baisse. Au chiffre de 3,1 il faudrait donc ajouter cet abaissement pour avoir l'évaporation vraie. Mais si on admettait $E = 3$ pour $n = 3$, il faudrait prendre E au moins égal à 4 pour $n = 2$, et la différence entre 4^{mm} et $3^{mm},1$ donnerait $0^{mm},9$, soit, pour une année, 33 centimètres environ. Il n'est pas supposable qu'un phénomène aussi sensible eût passé inaperçu, s'il s'était réellement produit.

Pour faire concorder les résultats, il faudrait admettre à la fois que le hasard a fait tomber, dans la première expérience, sur une période où l'évaporation n'était pas égale à la moyenne, et que, dans la seconde, on s'est trompé dans le calcul des courants.

Cela est possible, à la rigueur, mais je persiste à croire que ce qui est trop élevé, c'est le chiffre de 6^{mm} pour l'évaporation de l'eau salée normale. Si on part de $E = 5$ pour $n = 1$, la concordance entre les résultats s'établit bien plus facilement.

Admettons, en effet, ce qui est forcé, que pour la salure 2 l'évaporation soit un peu supérieure à 3, et prenons-la égale à $3^{mm},4$. On aurait, comme points déterminés :

$$E = 5 \quad \text{pour } n = 1,$$
$$E = 4,72 \quad » \quad n = 1,25,$$
$$E = 3,4 \quad » \quad n = 2.$$
$$E = 2,4 \quad » \quad n = 6.$$

On peut alors tracer une courbe régulière qui donne :

$$E = 3 \qquad \text{pour } n = 2,8.$$

Tous les résultats concordent bien et on en conclurait que pendant le remplissage la salure était de 2,8.

Je suis d'autant plus porté à croire que c'est dans ce sens qu'il faut agir que les résultats trouvés à Philippeville confirment cette hypothèse.

J'ai trouvé pour l'eau normale une évaporation variant de 5^{mm} à $7^{mm},5$, soit $6^{mm},25$ en moyenne.

Pour l'eau à la salure 2 : 4^{mm}, et pour l'eau à la salure 6 : $2^{mm},9$. — Mais j'ai opéré en juin et juillet. Sur toute une année, j'aurais donc eu probablement :

$$E = 5,2 \quad \text{pour } n = 1,$$
$$E = 3,3 \quad \text{»} \quad n = 2,$$
$$E = 2,4 \quad \text{»} \quad n = 6,$$

c'est-à-dire sensiblement les valeurs écrites ci-dessus.

J'admets donc ces chiffres et je vais en déduire quelques conséquences dont l'exactitude demeurera naturellement subordonnée à celle de ces éléments eux-mêmes.

Le canal de la mer Intérieure, tel qu'il avait été prévu par la Commission, devait débiter 704^{mc}. La surface d'évaporation étant de 8,000 kilomètres carrés, si on prend 5^{mm} pour l'évaporation de l'eau à la salure 1, le volume perdu par évaporation au commencement du remplissage eût été égal à :

$$\frac{5}{1000} \times \frac{8000000000}{86400} = 463,$$

et la salure aurait alors pris la valeur :

$$\frac{704}{704 - 463} = 2,9.$$

Cette salure aurait été ensuite en diminuant jusqu'à ce que l'équilibre se fût établi et la valeur de n correspondant à cet équilibre étant sans doute inférieure à 2, on peut écrire que l'évaporation est donnée par la formule :

$$E = 4,72 - \frac{(4,72 - 3.400)}{1,25}(n - 1,25) = 6,92 - 1,76\, n.$$

On a alors :

$$V = 641 - 163\, n,$$

et l'équation d'équilibre devient :

$$n\,(704 - 641 + 163\, n) = 704.$$

d'où $n = 1,8$.

Si on écrit l'équation en fonction du temps, on retrouve, comme il a déjà été dit, que cette valeur de n ne serait atteinte que pour $t = \infty$,

mais aussi on voit que la valeur de n diminue rapidement dans le commencement de l'opération, de sorte que l'on peut prendre 2 pour valeur moyenne de n et l'évaporation eût été égale à 3,4, c'est-à-dire qu'on retombe par hasard sur le chiffre admis.

Sur ce point donc les prévisions se seraient réalisées, mais il en est un autre sur lequel le mécompte eût été cruel.

La mer Intérieure, disaient ses partisans, aura pour effet de modifier le climat de l'Algérie en produisant une évaporation supplémentaire. On estimait cette évaporation à $3^{mm},5$, dont $1^{mm},5$ était supposé fourni par les eaux douces arrivant actuellement dans le bassin des chotts ; $2^{mm},50$ d'évaporation supplémentaire sur une surface de 8,000 kilomètres carrés, tel était donc le coefficient d'utilité de la mer Intérieure.

Avec le canal tel qu'il était prévu, le contre-courant était naturellement impossible. On le savait du reste et on avait accepté cette situation parce que la durée du comblement était si longue qu'elle paraissait à juste titre représenter l'éternité pour une entreprise humaine.

De ce qui précède, il résulte que ce comblement serait encore plus long qu'on ne l'avait cru, mais la mer se sursalerait et quand elle serait à la salure 6, elle n'évaporerait plus que $2^{mm},4$, c'est-à-dire que son coefficient d'utilité serait réduit à une évaporation supplémentaire de $0^{mm},9$. L'évaporation deviendrait ensuite égale à $1^{mm},5$, c'est-à-dire égale à celle qui existe actuellement, et elle prendrait ensuite une valeur inférieure. Le coefficient d'utilité, après être passé par zéro, serait donc négatif.

La conclusion est facile à tirer : Il fallait absolument un contre-courant, non pas pour empêcher la mer Intérieure de se combler, mais pour l'empêcher de ne plus évaporer et même de détruire l'évaporation actuelle.

Sans vouloir entrer dans l'étude du contre courant, on peut dire que le canal projeté aurait dû, dès lors, être modifié complètement. Il aurait fallu supprimer la pente de fond et augmenter la section surtout en profondeur : d'où une énorme augmentation dans le cube de déblais.

A Suez, j'ai dit que les lacs Amers étaient en train de s'abaisser par suite de la diminution de la salure. On peut chercher quelle sera la salure définitive qui correspondra à l'équilibre.

Cette salure sera inférieure à 2 et on peut alors représenter l'évaporation par la formule dont je viens de me servir, en la diminuant des apports d'eau douce.

La surface d'évaporation étant de 260 millions de mètres carrés, il en résulte :

$$V = 20 - 5{,}38 \times n.$$

Soit q et q_1 les débits des courants d'introduction et d'évacuation.

L'équilibre en sel exige que :

$$q = n\ q_1.$$

On a d'autre part :

$$q - q_1 = V.$$

Étant donnés 2 bassins A et B qui ont une très faible différence de niveau, si on place entre eux un bassin C réuni aux deux premiers par un canal de même section et de même longueur dont la profondeur est grande par rapport aux variations de niveau que peut prendre le bassin C, la somme des deux débits est presque constante.

Les sections et les périmètres mouillés varient si peu que ces débits restent sensiblement proportionnels aux racines carrées des différences de niveau.

Dans le cas qui nous occupe, si on appelle h et h' ces deux différences de niveau, on a :

$$h + h' = 0^m,40.$$

Le débit total $q + q_1$ est proportionnel à :

$$\sqrt{h} + \sqrt{h'}.$$

Comparons cette somme à :

$$2\sqrt{\frac{h + h_1}{2}} = 0,88.$$

Si on fait :

$$h = 0^m,30, \qquad h' = 0^m,10,$$

ce qui est supérieur à la variation qui peut se produire, on a :

$$\sqrt{h} + \sqrt{h'} = 0,55 + 0,32 = 0,87.$$

La somme $q + q_1$ varie donc très peu.

Si on prend les dimensions du canal de Suez et si on suppose $h = h' = 0,20$, les deux courants deviennent égaux presque rigoureusement, et cela est d'autant plus vrai que dans le courant d'évacuation la légère diminution dans la surface d'écoulement est compensée par le poids spécifique plus grand du liquide contenu dans le bassin intermédiaire, tandis que c'est l'inverse pour le courant d'introduction. Négligeant alors la différence des deux sections et calculant le débit commun de ces deux courants, on trouve $29^{mc},89$, soit $59^{mc},78$ pour les deux.

Or, il résulte des chiffres donnés par les ingénieurs de Suez que le débit total était de $59^{mc},9$, alors que le niveau intermédiaire avait déjà varié suffisamment pour que les deux courants fussent dans le rapport de 1,33 à 1.

Il nous paraît donc établi par là, et que la somme $q + q_1$ reste sensiblement constante et que les calculs faits à Suez sont très exacts.

On peut par suite écrire :

$$q + q_1 = 60.$$

On en déduit :

$$(20 - 5,3 \times n)\ 1 + n) = 60\ (n - 1),$$

d'où :

$$n = 1,50,$$

et

$$E = 4^{mm},30; \quad q = 31^{mc}, \quad q_1 = 24^{mc}.$$

A ce moment les lacs se maintiendraient dans une position telle qu'ils seraient à $0^m,275$ au-dessous de la mer la plus haute et à $0^m,125$ au-dessus de la mer la plus basse, c'est-à-dire à $0^m,075$ au-dessous du plan moyen de ces deux mers. Il y a lieu de remarquer que si on fait varier la valeur de $q + q_1$ même assez fortement, la valeur de n ne change pas beaucoup. Cette valeur changerait au contraire rapidement si on faisait varier la valeur de E. Si, dans la suite, l'équilibre s'établissait à Suez à peu près dans les mêmes conditions prévues ci-dessus, ce serait une vérification importante des valeurs que j'ai admises pour l'évaporation.

On ne peut pas cependant espérer une vérification rigoureuse, puisque les conditions à Suez ne sont pas identiques à celles que j'ai supposées dans le calcul.

Les vérifications de ce genre sont d'autant plus à rechercher que les expériences directes ne peuvent guère donner de résultats, ou du moins on n'est pas sûr que les résultats obtenus soient ceux qui se produiraient dans les cas d'évaporation tels qu'ils se présentent dans la nature.

Ceci m'amène à parler des expériences que j'ai faites, ou plutôt essayé de faire, à Philippeville. J'avais en vue non pas tant la détermination de l'évaporation en valeur absolue que l'étude de la variation de cette évaporation avec la salure. J'ai donc cherché à faire évaporer simultanément dans les mêmes conditions des eaux à une salure différente, sans me préoccuper de rendre constantes les conditions d'observation. J'ai donc pris simplement huit vases, numérotés de 1 à 8, dans lesquels on a mis de l'eau aux salures 1, 2, 3, 4. . . . . . 8.

D'après certaines analyses, l'eau de la Méditerranée a la composition suivante :

Eau	$990^k,674$
Chlorure de sodium	30 182
Chlorures de magnésium, de calcium et sulfate de soude..	8 444
Poids de un mètre cube.	$1029^k,300$

M. Dieulafait, auquel j'avais demandé de me déterminer ce poids, m'a donné le chiffre de 1,026 kilogrammes.

A Philippeville, j'ai trouvé 1,027 kilogrammes.

Quoi qu'il en soit, dans une eau salée ordinaire, il entre à peu près 990 kilogrammes d'eau pour 38 kilogrammes de matières salines. Dans une eau à la salure 2, il doit y avoir 76 kilogrammes de matières salines pour 990 kilogrammes d'eau. Quand j'ai préparé les mélanges, je n'ai pas tenu compte de la diversité de ces matières salines ; j'ai opéré comme si tout était du chlorure de sodium ; je croyais que cela n'avait pas grande importance ; mais, en présence des résultats obtenus, je me suis demandé si, au contraire, il n'y avait pas là une cause sérieuse d'erreur.

La surface d'évaporation était de 4 décimètres carrés. Au bout des quatre premiers jours, les huit vases avaient évaporé des volumes représentés en centimètres cubes par les nombres ci-dessous rangés dans l'ordre des vases, de 1 à 8 :

1206 — 1167 — 1119 — 1059 — 1018 — 950 — 938 — 922.

Si on divise tous ces nombres par le premier, on obtient les rapports :

0,967 — 0,928 — 0,878 — 0,844 — 0,788 — 0,777 — 0,764.

L'évaporation a donc bien diminué avec la salure, mais beaucoup moins rapidement qu'on ne devait le supposer par les exemples connus.

Dans les pesées suivantes, ces rapports ont été en décroissant et, à la quatrième fois, c'est-à-dire seize jours après le commencement de l'opération, on a eu :

0,954 — 0,893 — 0,788 — 0,731 — 0,683 — 0,625 — 0,589.

Pour simplifier le langage, j'appelle :

$$R_2\ R_3\ R_4 — \ldots\ldots\ R_8,$$

les rapports des évaporations des vases 2 — 3 — 8 à celle du vase 1.

Les valeurs de chacun des R auraient dû être croissantes, car pour le vase 8, par exemple, le rapport de la salure à celle du vase 1 n'était plus que 7 au lieu de 8, et cependant R_8 a diminué.

Le phénomène a donc eu une marche inverse de celle qu'il aurait dû avoir, puisque les valeurs des R ont varié comme si les vases devenaient de plus en plus salés par rapport au n° 1.

A ce moment, le vase 8 était à saturation, ou du moins il semblait y être d'après la quantité d'eau perdue. Cependant R_8 a continué à décroître et il a fini par prendre la valeur 0,488.

A partir de ce moment, R_8 a été en croissant. Il a passé par la valeur 1 et est devenu ensuite supérieur à 1.

Si on examine les valeurs de R_7, c'est la même chose : R_7 va en décroissant jusqu'à 0,500, puis il croît et devient égal et supérieur à 1.

R_6	décroît	jusqu'à	0,512
R_5	»	»	0,545
R_4	»	»	0,589
R_3	»	»	0,838
R_2	»	»	0,868

Tous croissent ensuite et deviennent plus grands que 1.

Et ce qu'il y a de plus particulier, c'est que c'est au même moment que tous les R atteignent leurs valeurs minimums.

Si on prend les rapports R′ des évaporations dans les vases 3 à 8 à celle du vase 2, on trouve des résultats analogues.

Bref, le vase 8 en est arrivé à évaporer plus que tous les autres. A ce moment les évaporations étaient dans le rapport des nombres :

551 — 612 — 659 — 667 — 676 — 720 — 782 — 787.

Puis, c'est le vase 7 qui a donné l'évaporation la plus forte et les nombres proportionnels ont été :

299 — 379 — 491 — 576 — 593 — 601 — 786 — 650.

Le vase 6 n'est jamais arrivé à évaporer plus que le vase 7, mais il s'en est rapproché et il a fini par donner 716 contre 719.

A partir de ce moment il a fallu interrompre les expériences parce que, dans les premiers vases, surtout dans le n° 1, il s'était formé une couche de sel qui empêchait toute évaporation.

Si maintenant on examine la colonne n° 1, qui comprend les évaporations du n° 1, on voit que quand la salure est devenue 1,25, le vase a donné une évaporation qui est à celle qu'on avait quand la salure était 1 comme 1169 est à 1206, c'est-à-dire exactement dans le rapport trouvé par M. Dieulafait. Quand la salure est devenue 2 dans le vase 1, le rapport a été 0,64. Quand la salure est devenue 6, le rapport a été 0,46. Et cependant des vases dont la salure était initialement de 2 et de 6 ont donné pour R les valeurs 0,967 et 0,788.

J'ai déjà signalé une cause d'erreur qui est la substitution à tous les sels du chlorure de sodium seul. Mais quelle que soit l'influence de cette cause, elle paraît insuffisante pour expliquer des résultats aussi singuliers qui ne peuvent être dus à des erreurs de pesées, car, à part une ou deux anomalies, la marche des phénomènes a toujours été régulière.

Un premier point de fait ressort nettement :

Si une eau salée normalement arrive à la salure *n* par la réduction de son volume, elle a à ce moment une évaporation beaucoup moindre que celle que l'on obtiendrait en faisant évaporer directement un mélange préparé à la salure *n*.

En second lieu :

Si on prend un vase déjà sursalé, quand la salure augmente par évaporation, l'évaporation diminue plus rapidement que ne le comporte l'augmentation de la salure.

En troisième lieu :

Dans des vases qui paraissent saturés, l'évaporation continue à diminuer pendant un temps assez long.

Enfin :

Dans une série de vases à des salures différentes rangés par ordre de salure, l'évaporation est d'abord décroissante, et pendant un certain temps elle décroît plus rapidement que ne le comporte l'élévation de la salure dans tous les vases. Ensuite elle décroît, au contraire, moins rapidement et l'ordre finit par se renverser, c'est-à-dire que ce sont les vases les moins salés qui évaporent le moins.

Je ne vois qu'une seule explication possible à des résultats de ce genre. Si soigneusement qu'on fasse les mélanges, ils ne doivent pas rester homogènes et dans une eau salée par mélange plus que normalement, la salure doit aller en croissant de la surface au fond. Cet effet doit être d'autant plus marqué que la salure est plus forte.

Si on admet cela, on comprend que l'eau des vases très salés n'étant pas *à la surface* à la salure supposée, l'évaporation constatée a dû être supérieure à celle qui correspond réellement à la salure présumée, et cela expliquerait en partie au moins les résultats obtenus au commencement des expériences.

D'un autre côté, la formation de la couche de sel dans les vases peu salés primitivement ne s'est pas produite d'un coup. Avant qu'il y ait eu une croûte empêchant l'évaporation il a dû exister à la surface une couche plus salée que le mélange et on peut dire dès lors que si on fait évaporer de l'eau salée dans un vase, elle cesse d'être homogène, et que la salure la plus grande se trouve à la surface. Il n'y a rien d'étonnant, du reste, à ce que l'effet soit plus fort dans les vases les moins salés, car l'évaporation a pour résultat de créer à la surface une couche dont la salure diffère d'autant plus de celle du vase que l'évaporation est plus grande et que la salure est moindre. La difficulté qu'a cette couche à se mélanger par endosmose avec les couches inférieures doit donc être plus grande dans les vases moins salés.

Cette considération, jointe à la première, si elle n'est pas suffisante pour tout expliquer, donne cependant, je crois, la raison principale de la marche suivie par les phénomènes d'évaporation *dans les conditions où ils se sont produits.*

J'en tire, quant à moi, cette conséquence : que ni par un mélange préparé directement, ni en laissant réduire suffisamment le volume d'une eau salée normalement, on ne peut arriver à déterminer quelle est l'éva-

poration d'une eau qui serait à la salure *n*, cette salure étant calculée d'après le volume des sels et le volume de l'eau, c'est-à-dire d'une eau supposée à une salure de *n* dans toute sa masse.

Les résultats que j'ai obtenus peuvent s'appeler des résultats négatifs. Mais l'insuccès apparent d'une expérience peut quelquefois donner des indications utiles. J'avais saisi M. Dieulafait de la question. La mort l'a empêché de l'examiner. J'ai donc pensé qu'il pouvait y avoir un certain intérêt à signaler mes résultats en les donnant pour ce qu'ils valent, c'est-à-dire pour des résultats obtenus dans des conditions qui ne comportaient pas une exactitude parfaite, mais cependant suffisantes pour que les erreurs matérielles n'aient pas pu changer le sens des phénomènes observés.

Une question se pose maintenant.

Ce qu'on a besoin de connaître, est-ce bien l'évaporation d'une eau salée homogène? Cela n'est pas probable, car des eaux de cette nature ne se rencontrent pas généralement dans les cas où on aura pratiquement besoin de connaître l'évaporation. Ordinairement les eaux se seront sursalées par évaporation, c'est-à-dire dans des conditions analogues à celles du vase n° 1, et de là vient sans doute que l'évaporation de ce vase a donné des résultats concordant avec les faits naturels, tandis qu'il en a été tout autrement pour les vases dont on avait obtenu la salure par un mélange direct.

Sur une grande surface souvent agitée par les vents, le mélange des couches se ferait plus facilement que dans un vase et l'influence de la sursalure de la surface serait moins sensible. Si donc on connaissait exactement l'évaporation dans un vase, celle-ci devrait être considérée comme une limite inférieure de l'évaporation naturelle.

On peut en avoir une limite supérieure, toutes choses égales d'ailleurs, en supposant que l'évaporation varie en ligne droite depuis la salure 1 jusqu'à la salure 6 pour laquelle l'évaporation de $2^{mm},4$ se produit dans la nature.

On aurait alors les deux séries suivantes pour les valeurs de E.

$n = 1$	E = 5	E = 5
$n = 2$	E = 3,4	E = 4,3
$n = 3$	E = 3,15	E = 3
$n = 4$	E = 2,90	E = 3,5
$n = 5$	E = 2,65	E = 3
$n = 6$	E = 2,40	E = 2,4

La première série paraît plus voisine de la vérité que la seconde. Si on prend, en effet, la moyenne entre les deux, on ne peut plus faire concorder les résultats connus sans admettre à la fois:

Que la salure à Suez a été de plus de 3 pendant le remplissage :

Que les débits trouvés par les ingénieurs de Suez pour les courants alternatifs sont beaucoup trop faibles :

Que l'évaporation de l'eau salée normale est inférieure à 5^{mm}.

Or, je ne crois pas qu'il puisse y avoir une grave erreur sur les débits des courants et surtout je suis persuadé que l'évaporation de l'eau normale n'est pas inférieure à 5, car je n'ai jamais obtenu moins à partir du mois de mai et j'ai été jusqu'à 7,50 au mois de juillet. Aussi, si j'avais à faire un calcul d'évaporation, je n'hésiterais pas à me servir des chiffres de la première série.

Bien entendu, ils s'appliquent au bassin de la Méditerranée et on ne sait pas ce qu'ils deviendraient dans une latitude très différente.

Comme tous les chiffres d'évaporation, ils sont en outre susceptibles de varier considérablement avec les circonstances locales et on ne doit donc les considérer que comme des indications *a priori* et, dans chaque cas particulier, la question d'expérience se reposera toujours avec les difficultés qui lui sont inhérentes.

M. le Dr F.-A. FOREL

Professeur à l'Académie de Lausanne, à Morges (Suisse).

L'ÉCLAIRAGE DES EAUX PROFONDES DU LAC LÉMAN

— *Séance du 30 mars 1888* —

Pour l'étude de la pénétration de la lumière dans les eaux du lac Léman (1), j'ai employé deux méthodes qui, l'une et l'autre, m'ont amené au même résultat. La transparence des eaux varie avec les saisons de l'année ; l'eau est plus limpide en hiver qu'en été ; les différences de limpidité proviennent de la plus ou moins grande abondance des poussières aquatiques qui, se superposant optiquement, forment un brouillard ou voile impénétrable à la vue.

(1) *F.-A. Forel.*— Recherches photographiques sur la transparence de l'eau. Matériaux pour l'étude de la faune profonde du lac Léman, §§ VII et XXVIII, *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, XIII, 24, XIV, 134 Lausanne, 1874-75.

— Sur la transparence des eaux du lac Léman. *Comptes rendus Acad. Sc. de Paris*, LXXXIV, 311, 1877.

— Étude sur les variations et la transparence du lac Léman. *Arch. Genève*, LIX, 137, 1877.

— La pénétration de la lumière dans les lacs d'eau douce. *Festschrift für Albert von Kölliker*, Leipzig, 1887.

— Expériences photographiques sur la pénétration de la lumière dans les eaux du lac Léman. *Comptes rendus Acad. Sc. Paris*, CVI, 1004, 1888.

Mes recherches de 1874 et 1875 sur la *limite de visibilité* par la méthode du Père Secchi (étude de la profondeur à laquelle disparaît à l'œil un disque blanc plongé dans le lac) m'avaient donné, pour le golfe de Morges, les chiffres moyens suivants, exprimant la profondeur-limite de la vision directe dans l'eau :

Octobre	10,2 m.		
Novembre	11,0	Mai.	8,2 m.
Décembre	11,5	Juin.	6,9
Janvier	14,6	Juillet.	5,6
Février	15,0	Août	5,3
Mars	15,4	Septembre. . . .	6,8
Avril	11,3		
Moyennes : Hiver . .	12,7 m.	Été. .	6,6 m.

Maximum observé. . . . 17,0 m.

Par la méthode photographique, j'avais, en 1873-1874, déterminé la *limite d'obscurité absolue* pour le chlorure d'argent et j'avais constaté que cette substance sensible n'est plus influencée, en été, à 45 mètres, en hiver à 100 mètres de profondeur.

Mais ces premières recherches, trop incomplètes, demandaient à être reprises d'une manière plus systématique. C'est ce que j'ai fait l'année dernière, en établissant mon manuel opératoire comme suit :

Je prépare des plaques sensibles en plongeant le papier albuminé et salé des photographes pendant dix minutes dans une solution de nitrate d'argent au 8 0/0. J'attache à une ligne de sonde, en les espaçant de dix en dix mètres, huit à dix appareils consistant en un cadre recouvert d'une plaque de verre transparente, peinte en noir sur la moitié de sa surface. Dans la soirée, je vais chercher sur le lac un point de pose convenable, dont je fixe la position par des alignements sur la rive. La nuit venue, je place dans chaque appareil une feuille de papier sensibilisé et je descends la ligne de sonde dans le lac en l'ancrant sur le fond, en la soutenant par des flotteurs immergés et en la marquant par une bouée. Puis je laisse les appareils reposer dans le lac jusqu'à ce qu'une belle journée de grand soleil m'ait assuré une action photographique parfaite, Je retourne alors, de jour, chercher la bouée; j'attends la nuit pour relever la sonde; je constate quels sont les appareils sur lesquels la lumière a agi et je fixe les épreuves avec l'hyposulfite de soude (bain de 15 0/0 pendant cinq minutes).

J'ai répété cette expérience chaque deux mois d'une année entière, dans le même point de pose, devant Morges, à trois kilomètres et demi de la

rive, par cent trente mètres de profondeur d'eau. Je résumerai quelques-uns des résultats obtenus en donnant, dans le tableau suivant :

a La limite de visibilité (méthode du Père Secchi).

b La profondeur à laquelle l'effet photographique, sans avoir son action maximale, était encore très sensible. J'ai choisi un effet égal à celui obtenu dans une exposition à l'air libre, pendant quarante secondes, en plein soleil, le 4 mars 1888, à midi, par un jour de grande limpidité de l'atmosphère, à Morges. Quelques-uns des chiffres de cette colonne sont déterminés par interpolation.

c La limite d'obscurité absolue pour le chlorure d'argent, c'est-à-dire la profondeur à laquelle l'effet photographique a été nul, le papier est revenu absolument blanc après un ou plusieurs jours d'exposition au soleil.

d La différence entre ces deux derniers chiffres, colonnes *b* et *c*, montrant l'épaisseur de la couche d'eau faiblement éclairée, dans laquelle on passe d'un effet photographique encore assez puissant à l'obscurité absolue, montrant, par conséquent, le plus ou moins de brusquerie dans le passage de la lumière à l'obscurité photographique.

	a Limite de visibilité	*b* Effet photogr. de 40 secondes	*c* Limite d'obscurité absolue	*d* Épaisseur de la couche faiblement éclairée
	—	—	—	—
Du 8 au 9 mars 1887 . . .	15,6 m.	77,2 m.	100 m.	23 m.
Le 11 mai 1887.	—	43,3	75	22
Du 5 au 7 juillet 1887. . .	5,5	35	45	10
Le 6 septembre 1887 . . .	5,0	40	50	10
Du 9 au 12 novembre 1887.	12,3	58	85	27
Le 7 février 1888.	18,0	—	—	—
Du 4 au 6 mars 1888 . . .	16,5	80	110	30

De ces chiffres je tire les conclusions suivantes :

1° La lumière du soleil pénètre plus profondément dans l'eau du Léman en hiver qu'en été. Mais l'action lumineuse est moins intense en hiver, l'angle d'incidence des rayons solaires étant moins ouvert et la durée du jour étant plus faible ; la différence dans la pénétration doit donc provenir d'une plus grande limpidité des eaux en hiver qu'en été. Toutes nos expériences et observations nous prouvent la plus grande opacité des eaux de l'été et nous la font attribuer à une plus grande abondance des poussières organiques en suspension dans l'eau. Ces poussières sont, en partie des micro-organismes vivants, en partie les débris de cadavres, animaux et végétaux.

2° Les deux courbes annuelles de la limite de visibilité et de la limite d'obscurité absolue pour le chlorure d'argent sont parallèles. Pour des recherches analogues dans d'autres eaux, on pourra donc se contenter de la méthode du Père A. Secchi, beaucoup plus facile à mettre en jeu que la méthode photographique.

3° Il est permis d'affirmer que d'autres substances sensibles, la chlorophylle, par exemple, donneraient des courbes de même loi, mais différentes de valeur, plus profondes pour les substances plus sensibles, moins profondes pour les substances moins sensibles.

4° Des recherches analogues faites par MM. Fol et Sarasin (1), avec le bromo-iodure d'argent extra-sensible des plaques de Monkhoven, ont donné, pour cette substance, une limite d'obscurité absolue à peu près deux fois plus profonde que celle du chlorure d'argent (deux cents mètres dans le lac Léman). La différence de sensibilité entre les plaques Monkhoven et le chlorure d'argent est énorme; la profondeur-limite d'obscurité absolue est cependant peu différente pour ces deux substances, du simple au double seulement. Il est donc permis de croire que la rétine humaine, dont la sensibilité n'est pas beaucoup plus forte que celle des plaques Monkhoven (2), trouverait sa limite d'obscurité absolue à une profondeur de peu plus grande que celle des plaques Monkhoven. La même conclusion peut être étendue au nerf optique des animaux.

5° On peut cependant se demander si réellement le fond des mers et des lacs est absolument obscur, si la courbe de la pénétration de la lumière ne se rapprocherait pas sans cesse d'une asymptote, mais sans l'atteindre jamais, c'est-à-dire que la lumière diminuerait progressivement avec la profondeur, mais ne serait cependant jamais annulée. A cette question, je répondrai de deux manières :

a La courbe d'absorption de la lumière dans le lac n'a pas la forme d'une courbe asymptotique. Voici les chiffres complets de l'une de mes expériences, celle de mars 1888; l'effet photographique sous-lacustre est comparé à celui de l'exposition à la lumière directe du soleil, à l'air libre, à Morges, le 8 mars 1888, à midi, et est exprimé en secondes de temps d'exposition :

(1) *H. Fol* et *Ed. Sarasin*. Pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève et dans celles de la Méditerranée. *Mém. de la Soc. de Phys. de Genève*, XXIX, n° 13, Genève 1887.

(2) Il est difficile de comparer la sensibilité physiologique de la rétine humaine avec celle d'une substance photo-sensible, telle que les sels d'argent. Cependant nous constatons : d'une part, que notre œil est affecté instantanément par des corps lumineux, des étoiles, par exemple, qui ne donnent image sur les plaques Monkhoven, même au foyer de lentilles convergentes, qu'au bout d'un certain temps d'exposition ; d'une autre part, qu'une exposition suffisamment prolongée de ces plaques extra-sensibles donne des images photographiques d'objets lumineux invisibles à la rétine humaine, même armée de lentilles convergentes du plus grand pouvoir grossissant.

Profondeur.	Effet photographique.
—	—
19,6 m.	500
25,2	500
45,5	400
55,5	360
65,6	120
75,6	60
85,7	25
95,8	10
105,4	2
115,6	0

b J'ai fait l'année dernière l'expérience suivante. J'ai découvert dans le glacier d'Arolla (Valais) une grotte naturelle qui traverse le glacier de part en part sous une épaisseur de glace de cinquante mètres environ. La surface du glacier est recouverte d'une couche épaisse de graviers et de terre qui forme un écran opaque, interrompu cependant, par places, par les parois verticales de quelques crevasses ; une certaine quantité de lumière, très faible il est vrai, doit pénétrer dans la masse du glacier. Cette lumière très faible suffira-t-elle à impressionner la rétine, ou bien sera-t-elle complètement absorbée dans son trajet à travers la couche d'eau glacée et aurons-nous la sensation de l'obscurité absolue? Après être arrivés au centre de la grotte, nous avons éteint nos flambeaux et nous avons attendu que notre rétine fût assez reposée pour que toute trace de fatigue par le fait d'impressions antérieures eût disparu. Après dix et vingt minutes, dans deux expériences différentes, nous avons constaté, mes amis, MM. Ed. Hagenbach, de Bâle, Ch. Rabot, de Paris, Ch. de la Harpe, de Genève, et moi, que nous étions dans l'obscurité absolue, que nous ne voyions pas la moindre lumière, que nous étions dans le noir d'un four. La lumière du soleil, si elle pénétrait jusqu'à nous à travers la masse du glacier, n'était pas assez active pour exciter notre rétine. Il doit en être de même dans la profondeur de la mer et des lacs.

Je conclus de ces diverses expériences et observations que la région profonde des eaux est absolument obscure pour les substances photo-sensibles et pour la rétine de l'homme et des animaux.

M. Marcellin LANGLOIS

Professeur au Collège de Beauvais.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX OBTENUS DANS LA THÉORIE DU MOUVEMENT ATOMIQUE

— *Séance du 2 avril 1888* —

Je me propose de résumer dans cette communication les points principaux de ma théorie du mouvement atomique ainsi que les résultats que j'ai obtenus jusqu'à ce jour.

Les molécules des gaz et des liquides sont des sphères de matière éthérée dont la surface est le lieu du mouvement des atomes dans le cas le plus ordinaire. Dans certains cas, et particulièrement en ce qui concerne les composés organiques, les atomes en question sont remplacés par les centres de *molécules secondaires** se comportant par leurs atomes ou leurs *radicaux*, comme le fait la molécule totale. Cette dernière, enfin, peut contenir une ou plusieurs molécules secondaires dont le centre d'attraction est le centre même de la molécule-enveloppe. Dans certains cas, les molécules peuvent être ellipsoïdales : c'est ce qui arrive pour certains corps solides et aussi pour les lames minces qu'on étudie dans la capillarité.

Les molécules peuvent être groupées de différentes façons, tout en restant en contact les unes avec les autres, et d'une manière générale on peut les concevoir disposées comme des boulets en pile.

Quant aux atomes, ce sont, non pas des points matériels mais des systèmes qu'on peut étudier dans beaucoup de cas comme on ferait de véritables points. Il sont caractérisés par ce fait, que leurs éléments n'ont pu encore être soustraits à l'action de leur centre et se mouvoir indépendamment de lui-même : ce sont, à proprement parler, les planètes, ou même les soleils, de l'infiniment petit.

Quant aux radicaux* fonctionnant comme atomes, ce sont des *molécules secondaires* ayant subi dans la molécule totale une condensation analogue à celle que subissent les molécules ordinaires lorsqu'elles passent à l'état liquide. Ils diffèrent des atomes par ce fait surtout, qu'on a pu les dissocier, alors que pour les atomes les changements d'état, les formations de vapeurs dans l'atmosphère atomique sont seulement caractérisés par l'apparition de raies brillantes dans le spectroscope. Dans l'état gazeux, l'attraction intermoléculaire peut être une quantité insignifiante,

mais il arrive dans le voisinage du point de condensation surtout, que cette attraction acquiert une valeur notable; elle équivaut alors à une pression extérieure égale : c'est ce qui explique les perturbations de la loi de Mariotte, applicable, quand on tient compte des forces *intérieures*, à tous les corps possibles. Je l'ai montré dans ma théorie de la compressibilité.

Enfin, quand il se produit un changement d'état, une condensation, par exemple, les atomes eux-mêmes sont le siège d'une condensation du même genre; ils sortent pour ainsi dire de leur énergie interne et la transforment en énergie de translation.

Formules relatives au mouvement atomique.

Formule fondamentale : $M\frac{v^2}{2}=\frac{4}{3}\pi r^3 Pg.$

M, masse moléculaire; v, vitesse de translation des atomes ou des centres de molécules secondaires; r, rayon moléculaire; $P=13596\,h$.

h, pression extérieure en colonne de mercure; $g=9{,}81$.

(Voir *Congrès de Toulouse*, Homogénéité de la formule fondamentale au sujet de la signification précise de P).

Sur la demande qui m'en a été faite par plusieurs savants, et afin d'éviter l'apparence de la non-homogénéité, je modifierai cette formule de la manière suivante :

$$M\frac{v^2}{2}=\frac{M}{d}Pg,$$

d étant la densité ou masse spécifique de l'unité de volume moléculaire.

Dans le cas des gaz, étant donné le mode de groupement moléculaire, on a, pour un système de molécules :

$$\sum M\frac{v^2}{2}=\sum\frac{M}{d}Pg=\frac{2\pi}{9D}\sum MPg,$$

D étant la masse spécifique du gaz sous la pression P.

$$d=\frac{9D}{2\pi}.$$

Dans le cas des liquides, d doit être remplacé par :

$$d=\frac{9D_1}{1{,}0607\times 2\pi},$$

D_1 étant la densité ou masse spécifique du liquide.

Cela étant, et comme il a été établi dans de précédentes publications, on peut déduire les résultats suivants que j'écris d'une façon un peu différente de la première toutefois :

Chaleur spécifique sous pression constante.

Gaz ou vapeurs monoatomiques. . . . . $C = \frac{1}{D} \cdot \frac{2\pi}{3 \times 9E} \cdot Pg\alpha.$

Molécules à deux atomes ou en tenant lieu. . . $C = \frac{1}{D} \cdot \frac{\pi}{9E} \cdot Pg\alpha.$

Molécules à trois atomes ou en tenant lieu . . . $C = \frac{1}{D} \cdot \frac{4\pi}{3 \times 9E} \cdot Pg\alpha.$

Molécules à quatre atomes ou en tenant lieu . . $C = \frac{1}{D} \cdot \frac{5\pi}{3 \times 9E} \cdot Pg\alpha.$

D représente ici la densité *relative* sous la pression P : par conséquent un simple rapport, α le coefficient de dilatation du gaz ou de la vapeur, E le nombre 425.

Dans le cas de molécules secondaires, les centres de ces molécules sont comptés comme des atomes de même masse et, d'autre part, ces molécules elles-mêmes sont considérées comme gazeuses et occupant le même volume que la molécule totale. C'est dans ces conditions qu'on doit en tenir compte dans l'évaluation des chaleurs spécifiques.

Gaz biatomiques.

	CALCULÉ	OBSERVÉ
H^2 hydrogène	3,406	3,407
O^2 oxygène	0,2137	0,217
Air	0,2363	0,237
Az^2 azote.	0,2432	0,2438
H Cl acide chlorhydrique .	0,187	0,1852
Az O bioxyde d'azote . . .	0,227	0,231
CO oxyde de carbone . .	0,243	0,243

Gaz triatomiques.

	CALCULÉ	OBSERVÉ	VALEUR DE α
CO^2	0,2095	0,216	0,00371
SO^2	0,1515	0,154	0,00390
Az^2O	0,210	0,216	0,00371

Pour la vapeur d'eau surchauffée, il convient de déterminer le coefficient moyen entre deux températures données d'après la formule :

$$\frac{4}{3E} \cdot \frac{(V' - V)\pi Pg}{9(t' - t)} = \frac{4}{3E} \frac{\pi Pg}{9(t' - t)} \left(\frac{1}{D'} - \frac{1}{D}\right),$$

$V_{100} = 1,6504$; $V_{162} = 1,93$; $V_{200} = 2,08$ (Hirn).

Entre 100° et 200° calculé $C = 0,4769$; entre 100° et 162° $C = 0,500$. trouvé 0,480 (Regnault).

Gaz à quatre atomes ou se comportant comme tel.

	CALCULÉ	OBSERVÉ
$C^2H^4 = H - A - H - A$	0,404	0,404

(Voir, pour le cas des molécules complexes, le tableau figurant dans mon mémoire du *Congrès de Nancy*, Chaleurs spécifiques.) On y verra comment la détermination des chaleurs spécifiques se rattache aux quatre formules fondamentales indiquées plus haut.

Chaleurs spécifiques à volume constant c.

On évalue, d'une façon générale, la chaleur spécifique à volume constant c de la molécule-enveloppe et on détermine la chaleur d'oscillation qu'on ajoute simplement à la première dans le cas le plus ordinaire.

Gaz biatomiques.

$$C = c + \frac{4}{\pi^2} c = 1,405\,c \text{ d'où } \frac{C}{c} = 1,405.$$

Gaz triatomiques.

$$C = c + \frac{2}{3}\cdot\frac{4}{\pi^2} c = 1,27\,c \qquad \frac{C}{c} = 1,27.$$

	CALCULÉ	OBSERVÉ		CALCULÉ	OBSERVÉ
H^2	1,405	1,401	CO^2	1,27	1,274 (Masson).
O^2	1,405	1,401			
Air	1,405	1,401	SO^2	»	1,262 (Cazin).
CO	1,405	1,409			
AzO	1,405	1,39	Az^2O	»	1,267 (Masson).

Vitesse de propagation du son.

$$\frac{v}{\pi} = \frac{2g}{3}\sqrt{\frac{VP}{\pi}} = \frac{2g}{3}\sqrt{\frac{P}{\pi D}}$$

	CALCULÉ	OBSERVÉ
Air	330,85	333
H^2	1253,2	1269
CO^2.	267,5	261,6
Az^2O	266	261,9
CO	335	337

(Voir pour l'écoulement des gaz, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 16 novembre 1885.)

Liquéfaction.

Lors de la liquéfaction v, V, étant les vitesses initiale et finale des atomes ; R, r, les rayons moléculaires, on a les relations :

$$\frac{V_1^2}{v_1^2} = \log\frac{R^3}{r^3} = \log\frac{V}{1,0607v} \text{ (*)}.$$

V, volume de la vapeur saturée ; v, celui du liquide.

$$P = p\frac{R^3}{r^3}\log\frac{R^3}{r^3}.$$

p, pression extérieure initiale ; P, attraction superficielle finale.

Chaleurs de vaporisation.

Liquides à molécules de un atome :

$$Q = \frac{2\pi pg}{9E}\left[\frac{1}{D}\left[\frac{\left(2\log\frac{R^3}{r^3} - 1\right)}{\pi^2} + \frac{1}{3}\right] - \frac{1,0607}{3d}\right].$$

Molécules à deux atomes ou en tenant lieu :

$$Q = \frac{1}{E}\frac{\pi pg}{9D}\log 1,813\left(\frac{V}{1,0607v}\right)^K.$$

Molécules à trois atomes ou en tenant lieu :

$$Q = \frac{1}{E}\frac{\pi pg}{9D}\cdot\log 2,53\left(\frac{V}{1,0607v}\right)^K \text{ (**)}.$$

Molécules dans lesquelles un atome sur deux, par exemple, est remplacé par une molécule secondaire.

$$Q = \frac{1}{E}\frac{\pi pg}{9D}\log 2,718\left(\frac{V}{1,0607v}\right)^K.$$

(Voir aux *Comptes rendus du Congrès de Nancy*, les vérifications obtenues pour les liquides suivants, auxquels les formules précédentes sont applicables, suivant leur constitution moléculaire :

Brôme, protochlorure de phosphore, aldéhyde, sulfure de carbone, acide sulfureux, eau, benzine, chloroforme, chlorure de carbone, acétone, chlorure d'éthyle, éther.

(*) V, v, sont ici des volumes.
(**) Voir *Congrès de Nancy*.

Les vérifications ont porté également sur l'alcool *(Congrès de Toulouse)*, sur l'Az H^3. Ce gaz fait précisément l'objet d'une communication à la Section de Physique. Le chlorure de méthyle a été également étudié par moi, et, comme il était à prévoir, d'après sa constitution :

$$\left.\begin{matrix} M \\ | \\ H \end{matrix}\right\} * Cl$$

c'est la formule applicable aux molécules biatomiques ou en tenant lieu, qui permet de calculer la chaleur de vaporisation. (Voir pour le détail de la théorie : *Congrès de Nancy, Congrès de Toulouse.)*

Chaleur de fusion : elle est donnée par la formule générale :

$$\sum \int_{r'}^{r} A\pi r^2 Pg\delta r + \sum \int_{r'}^{r} B\pi r^2 Pg\delta r,$$

$$\text{ou } \sum \int_{r'}^{r} \frac{3M}{4dr}.Pg\delta r + \sum \int_{r'}^{r} B\frac{3M}{4dr} Pg\delta r.$$

Le premier terme $A\pi r^2 Pg$ représente la résultante des forces moléculaires; elle est variable, on le conçoit, suivant la composition moléculaire. $A = 0$ par exemple, pour la molécule de phosphore blanc; le second terme, $B\pi r^2 Pg_r$ représente l'attraction *intermoléculaire* au contact, suivant la ligne des poles moléculaires. Elle varie, elle aussi, suivant le groupement des molécules. C'est ainsi qu'on a : $B = 0,866$ pour l'eau, $B = 1,414$ (mercure, phosphore).

Calculé : Eau, 79. Mercure, 2,83. Phosphore, 5,18.

Compressibilité des liquides.

La formule générale du coefficient de compressibilité est la suivante :

$$\mu = \frac{760}{f} \frac{r^3}{R^3 a \times n \times d} \log \frac{R^3}{r^3}.$$

$a = 1,433$ ou $1,611$ suivant les cas; d, densité du liquide à la température t^o où l'on détermine μ; f, tension maxima de la vapeur à t^o en millimètres de mercure; R, r, rayons moléculaires de la vapeur saturée et de son liquide; $(n - 1)$ représente le nombre des molécules secondaires contenues dans la molécule totale.

Les vérifications ont porté sur l'eau, le mercure, l'alcool ordinaire, l'alcool méthylique, l'éther, le chloroforme et le sulfure de carbone.

. . . .

Ces principaux résultats que je viens de signaler ont tous été obtenus en prenant pour point de départ ma formule du mouvement atomique :

$$M\frac{v^2}{2}=\frac{4}{3}\pi r^3pg.$$

Je dois ajouter qu'ils ne peuvent être obtenus qu'en se plaçant au point de vue des atomistes. Les lettres représentant des atomes, leurs formules seules correspondent à *la réalité*, et les résultats que j'ai obtenus ne peuvent l'être avec toute autre conception que la leur.

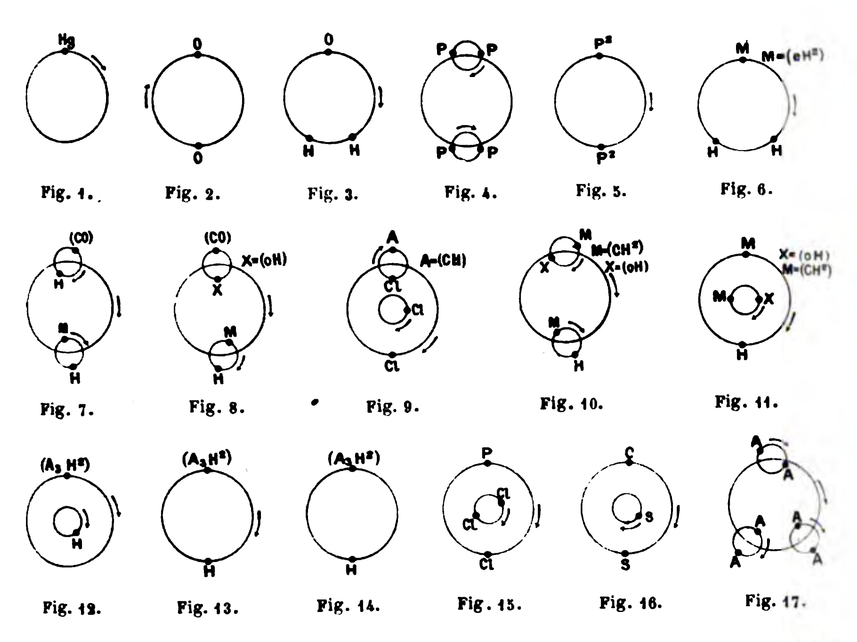


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

Je me borne à ces quelques figures : on pourra, pour les autres corps que j'ai étudiés jusqu'ici, se reporter à mon Mémoire sur les Chaleurs spécifiques et de vaporisation *(Congrès de Nancy)*. On y trouvera indiquée la constitution moléculaire, conforme à la notation en formules rationnelles dans la théorie atomique.

GROUPEMENTS MOLÉCULAIRES

La théorie générale de la cristallisation dans le cas de molécules ellipsoïdales, sera donnée plus tard et servira à établir les propriétés mécaniques des molécules cristallines. La complexité de cette étude, au point de vue géométrique et mécanique, m'oblige à de nombreux calculs dont je ne saurais, actuellement, donner d'extraits, tant que la question ne sera pas entièrement généralisée au quadruple point de vue thermodynamique, optique, chimique et mécanique.

Tout ce que je dirai pour l'instant de ma manière de voir, c'est que les formes cristallines ne sont autres que les *enveloppes* des molécules, celles-ci étant ou des sphères, ou des ellipsoïdes à deux ou trois axes inégaux.

C'est ainsi qu'apparaissent à distance les piles de boulets : on ne voit pas les boulets eux-mêmes, mais une forme géométrique d'ensemble de la pile. Les cristaux ne sont autres, en effet, dans ma théorie, que des piles de molécules en contact de diverses façons les unes avec les autres.

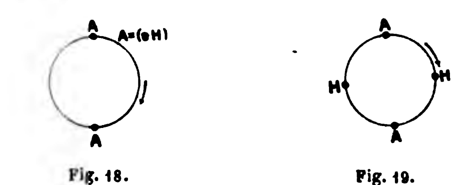


Fig. 18. Fig. 19.

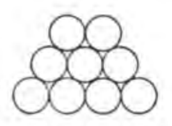


Fig. 20. — Molécules dans une couche de niveau.

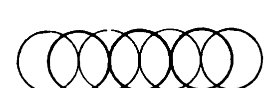


Fig. 21. — Molécules dans deux couches superposées.

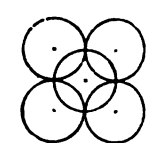


Fig. 22. — Groupement moléculaire du mercure et du phosphore solides.

J'espère avoir ainsi donné une vue d'ensemble sur ma théorie et avoir mis les membres de la Section à même d'entrevoir une conception nouvelle des molécules et des atomes, conception susceptible, peut-être, de leur fournir des aperçus nouveaux dans leurs recherches.

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique de Prague.

OBSERVATIONS DE L'ÉCLIPSE DE LA LUNE A MÉRAN, LE 28 JANVIER 1888

J'ai publié, dans les *Monthly-Notices*, une note sur la visibilité de la partie non illuminée de Vénus et de la Lune, en 1883, p. 331 ; dans cette note, j'ai démontré que l'observation de la lumière cendrée dépend de la position des astres vers le soleil et de l'état de transparence de l'atmosphère terrestre. Ces deux conditions étant remplies d'une manière extraordinaire en janvier 1883, je pus, à Prague, voir, du 8 au 9 janvier, ce phénomène avec une lunette parallactique de quatre pouces d'ouverture et 60"

de longueur focale, corrigée de l'aberration sphérique et chromatique, préalablement avec soin, au moyen d'une lentille de Barlow de M. Browning. Je pus voir Vénus bordée d'un anneau cendré, rougeâtre, tout à fait comme on a vu la partie hors du disque solaire, pendant son passage devant le soleil, en décembre 1882. La même couleur rougeâtre, seulement moins nette et plus diffuse, était visible au terminateur, séparant la partie illuminée du disque de Vénus et la partie non illuminée.

La couleur se rapproche beaucoup de celle observée pendant l'éclipse récente de la lune le 28 janvier 1888, que je pus observer pendant son parcours sur le ciel sans nuage de Méran, quoique, depuis cinq heures du soir, des bourrasques très fortes, finissant vers minuit en tempête formidable, çà et là chassèrent quelques légères brumes sur le disque. La couleur rouge cuivrée m'a rappelé vivement la couleur rouge de la bordure du disque de Vénus, de la partie non illuminée, et je ne peux que supposer que ces deux phénomènes ont la même cause : l'absorption sélective de l'atmosphère de la terre en cas de l'éclipse de la lune, et l'absorption sélective et la réflexion de la lumière, ainsi modifiée, solaire de nuages dans l'atmosphère de Vénus vers l'observateur.

Mais la lune a montré sur ses bords aussi, pendant l'éclipse de janvier dernier, comme en 1884, une couleur vive gris bleuâtre et gris orangé aux bords septentrional et austral du disque lunaire, exactement les couleurs que j'ai observées près du terminateur de Vénus (couleur gris orangé), finissant près du bord et au milieu de la partie non illuminée en gris bleuâtre. C'est ainsi que s'expliquent, par l'état variable de transparence des couches atmosphériques pendant l'éclipse dernière, les différentes couleurs du disque au milieu et aux bords du disque lunaire, et également les différentes couleurs observées sur les parties visibles de la partie non illuminée de la planète Vénus. Cette même absorption sélective et l'état de transparence de l'atmosphère expliquent la grande différence de couleur et de visibilité du disque lunaire pendant les éclipses lunaires d'octobre 1884 et janvier 1888, car les nombreux débris pulvérulents infestant l'atmosphère, après les épouvantables éruptions du Cracatoa, le 27 août 1883, et du mont Augustin, le 6 octobre 1883, expliquent à la fois les crépuscules extraordinaires, la formation de l'anneau brun autour du soleil, le soleil vert et l'invisibilité de la lune pendant la phase maximum de l'éclipse en octobre 1884 ; la visibilité de la lune pendant la phase maximum pendant l'éclipse de janvier 1888 s'explique par l'absence de ces corps étrangers dans l'atmosphère terrestre et les couleurs observées différentes par les nuages qui se trouvent de préférence dans la partie septentrionale et australe de l'atmosphère terrestre.

M. F.-M. RAOULT

Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

SUR LES TENSIONS DE VAPEUR DES DISSOLUTIONS FAITES DANS L'ÉTHER

— *Séance du 2 avril 1888* —

J'ai trouvé, il y a déjà longtemps (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 juillet 1878), qu'il existe une relation étroite entre les diminutions des tensions de vapeur des dissolutions aqueuses, les abaissements de leurs points de congélation et les poids moléculaires des corps dissous. Cette observation a été le point de départ de mes recherches sur le point de congélation des dissolutions (*Comptes rendus*, t. XCIV à CI), et c'est encore elle qui, dans ces dernières années, m'a conduit à entreprendre un travail semblable sur les tensions de leurs vapeurs.

Je me suis d'abord occupé des dissolutions faites dans l'éther, parce qu'elles se prêtent aisément à ce genre d'études. Pour simplifier la question, je ne considérerai ici que le cas où la tension de vapeur des substances dissoutes est très faible et négligeable par rapport à celle de l'éther. Dans un travail ultérieur, j'examinerai le cas général où les substances dissoutes ont elles-mêmes une tension de vapeur considérable.

J'ai déterminé les tensions de vapeur de ces sortes de dissolutions par la méthode de Dalton et à la température de l'air ambiant. Je mesure au cathétomètre les hauteurs du mercure soulevé dans des tubes barométriques dont l'un ne contient que du mercure, et dont les autres renferment, en outre, une petite quantité soit d'éther pur, soit d'éther tenant en dissolution diverses substances à peu près fixes. L'éther est toujours employé à l'état de pureté et immédiatement après sa distillation sur le sodium. Avant de procéder aux mesures, j'agite toutes les dissolutions, j'en mouille bien les parois, et c'est seulement dix minutes après que je procède aux mesures, la température restant constante. Une disposition particulière, qu'il serait trop long de décrire ici, permet d'effectuer cette agitation très facilement et sur tous les tubes ensemble. Dans le calcul des résultats, j'ai soin d'ajouter à la pression du mercure dans chaque tube, celle qui provient de la petite colonne d'éther ou de dissolution éthérée qui lui est superposée. J'ai même la précaution de corriger le titre des dissolutions de la petite quantité d'éther séparée sous forme de vapeur.

Il conviendrait ici de donner quelques détails sur la préparation de l'éther et des dissolutions ; sur l'emplissage des tubes, le réglage de la

température, la mesure des hauteurs mercurielles ; sur la correction de la dépression du mercure due au liquide superposé et à la capillarité ; sur la correction de l'erreur due à la concentration des dissolutions par suite de la formation de la vapeur. Mais je suis forcé d'abréger, et je me bornerai à quelques indications sur l'emplissage des tubes et sur la mesure de la dépression du mercure produite par le liquide qui lui est superposé.

Emplissage des tubes. — Après avoir nettoyé et séché l'intérieur des tubes, on les étire à 90 centimètres d'une extrémité, en une longue pointe que l'on recourbe vers son milieu en forme de crochet. On pousse, jusqu'au sommet de chacun d'eux, un anneau elliptique en fil de platine un peu fort, qui s'y maintient en vertu de son élasticité, et qui servira à agiter le liquide intérieur. — Pour emplir un de ces tubes, on l'enfonce dans une cuve profonde contenant du mercure, en tenant en haut l'extrémité étirée. L'air sort par cette extrémité en même temps que le mercure pénètre dans le tube par le bas. Lorsque celui-ci est presque entièrement enfoncé dans le mercure, on engage la partie descendante de la pointe recourbée qui le termine dans un petit flacon contenant la dissolution éthérée qu'on y veut faire pénétrer. On soulève ensemble le tube et le flacon avec précaution, et la dissolution ne tarde pas à pénétrer dans le haut du tube par aspiration. Quand ce liquide a atteint une hauteur de trois centimètres environ dans la partie cylindrique du tube, on retire le flacon et, sans soulever le tube davantage, on en ferme la pointe à la lampe à quelques millimètres de distance du liquide éthéré.

Il faut maintenant expulser les gaz adhérents aux parois ou dissous dans le liquide, sans perdre aucune trace d'éther par évaporation. Pour cela, on soulève le tube barométrique de manière à en faire sortir la plus grande partie de la cuve profonde, et on n'en laisse, sous le mercure de cette cuve, qu'une longueur de un à deux centimètres. Au moyen de deux fers chauds qu'on applique contre le tube, au niveau de la dissolution, on fait bouillir celle-ci assez vivement et assez longtemps pour que le mercure y descende jusqu'au bas. On cesse alors de chauffer et on enfonce de nouveau le tube dans la cuve profonde. Lorsque le mercure intérieur est sur le même plan que le mercure extérieur, on coupe avec des ciseaux l'extrémité de la pointe effilée, puis on continue à enfoncer lentement le tube dans la cuve. Le liquide éthéré pénètre dans le tube capillaire et, lorsqu'il n'est plus qu'à quelques millimètres de l'extrémité, on ferme celle-ci d'un trait de chalumeau. On recommence la même opération une seconde, puis une troisième fois, et il ne reste plus alors dans le tube qu'une trace de gaz qui, sous la pression atmosphérique, n'occupe généralement pas plus de trois à quatre millimètres cubes. L'influence exercée sur les hauteurs mercurielles par cette petite quantité de gaz est

rendue négligeable dans mes expériences, à cause de l'espace considérable qu'y occupe toujours la vapeur. Pour terminer, on transporte le tube, ainsi préparé, sur une cuve à mercure spéciale, large et peu profonde, et il ne reste plus qu'à faire les observations.

Correction de la dépression du mercure due au liquide superposé et à la capillarité. — Après avoir fait sur un tube toutes les observations voulues, on le transporte sur une cuve profonde, dont les parois supérieures sont en verre. On coupe la pointe effilée avec des ciseaux et on le fixe verticalement au moyen d'un support à pince. Le mercure à l'intérieur du tube est alors au-dessous du niveau dans la cuvette. Cela étant, on verse sur le mercure de celle-ci, avec précaution, assez d'eau pour que le sommet de la colonne de mercure dans le tube vienne se placer exactement sur le plan du mercure extérieur. La hauteur de l'eau ajoutée mesure alors la somme des pressions dues au poids du liquide superposé au mercure dans le tube et à la capillarité ; finalement, on évalue cette hauteur en colonne de mercure à zéro.

J'estime que, toutes corrections faites, les tensions de vapeur f et f' de l'éther et de la dissolution éthérée peuvent être obtenues avec une approximation de $\frac{2}{10}$ de millimètre.

Influence de la température sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'éther.

Pour étudier l'influence de la température, j'ai abandonné pendant plusieurs mois, sur la même cuve à mercure, quatre tubes barométriques contenant des dissolutions étendues d'essence de térébenthine, d'aniline, de sesquichlorure de carbone C^2Cl^6 et d'acide benzoïque dans l'éther. J'ai ensuite mesuré la tension de vapeur très soigneusement, toutes les fois que les circonstances ont été favorables. Bien que, dans cet intervalle de temps, la température ait varié de zéro à 22 degrés, j'ai toujours trouvé sensiblement la même valeur pour le rapport $\frac{f'}{f}$ entre la tension de vapeur f' de chaque dissolution et la tension f de l'éther pur. L'écart n'a pas dépassé $\frac{1}{100}$. La valeur du rapport $\frac{f'}{f}$ est donc indépendante de la température entre zéro et 22 degrés.

Influence du degré de concentration sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'éther.

J'aurais voulu, dans les expériences précédentes comme dans les suivantes, pouvoir expérimenter sur des dissolutions obtenues en mêlant à l'éther des substances absolument fixes. Malheureusement, presque toutes les substances qui sont très solubles dans l'éther ont une tension de va-

peur sensible à la température ordinaire, et, faute de mieux, j'ai continué à choisir pour mes expériences celles dont la tension de vapeur est la plus faible. J'ai donc opéré principalement avec des dissolutions éthérées d'essence de térébenthine, de nitrobenzine, d'aniline, de salicylate de méthyle, de benzoate d'éthyle, corps dont la tension de vapeur n'atteint généralement pas la centième partie de celle de l'éther, et qui est, comme on le verra, sans influence appréciable sur les résultats.

Les résultats obtenus sont représentés, d'une manière satisfaisante, par la formule :

$$(1) \qquad \frac{f'}{f} = 1 - K \times \frac{N}{100},$$

dans laquelle f' est la tension de vapeur de la dissolution,

f la tension de vapeur de l'éther pur à la même température,

N le nombre de molécules de substance fixe existant dans 100 molécules du mélange,

K un coefficient pouvant varier avec la nature de la substance dissoute dans l'éther.

Dans ces expériences, la valeur de N a varié, pour chaque substance dissoute, de 3 à 85. La température est restée voisine de 15 degrés.

Il est à remarquer que le coefficient K varie généralement peu avec la nature de la substance dissoute et qu'il est, le plus souvent, fort voisin de l'unité. J'ai trouvé, en effet :

K = 0,90 pour l'essence de térébenthine dans l'éther,
K = 0,90 pour l'aniline dans l'éther,
K = 0,90 pour le benzoate d'éthyle dans l'éther,
K = 0,82 pour le salicylate de méthyle dans l'éther,
K = 0,70 pour la nitrobenzine dans l'éther.

La valeur de K ne peut d'ailleurs être plus grande que l'unité. En effet, si l'on avait $K > 1$, il en résulterait que, pour $N = 100$, la valeur de $\frac{f'}{f}$ serait négative, ce qui est absurde.

Des expériences semblables, faites avec des dissolvants volatils autres que l'éther, m'ont prouvé que le rapport $\frac{f'}{f}$ y varie avec la concentration, suivant les mêmes lois que dans les dissolutions éthérées. Cette observation peut être mise à profit pour rechercher jusqu'à quel point les résultats précédents sont modifiés par la tension de vapeur des substances mélangées à l'éther.

Si l'on désigne par φ la tension de vapeur de la substance dissoute considérée à l'état isolé,

Par φ' la tension de vapeur que possède cette substance lorsqu'elle est mélangée à l'éther,

Par N′ le nombre de molécules d'éther dans 100 molécules du mélange,

On a, d'après ce qui précède :

$$\varphi' = \varphi\left(1 - \frac{KN'}{100}\right),$$

et, par suite :

$$\frac{f' - \varphi'}{f} = \frac{f'}{f} - \frac{\varphi}{f}\left(1 - \frac{KN'}{100}\right).$$

Mais $f' - \varphi'$ est la véritable valeur de la tension partielle de la vapeur d'éther dans le mélange. La valeur exacte du rapport entre la tension de l'éther employé comme dissolvant et la tension de l'éther pur est donc inférieure à $\frac{f'}{f}$ d'une quantité égale à $\frac{\varphi}{f}\left(1 - \frac{KN'}{100}\right)$. Or, pour toutes les substances employées, le rapport $\frac{\varphi}{f}$ est inférieur à $\frac{1}{90}$. Le terme correctif $\frac{\varphi}{f}\left(1 - \frac{KN'}{100}\right)$ est donc lui-même toujours inférieur à $\frac{1}{90}$, et il devient même inférieur à $\frac{1}{180}$ pour toutes les valeurs de N′ plus grandes que 50. Il est par conséquent toujours négligeable en comparaison des erreurs expérimentales, et il n'y a pas lieu d'en corriger les résultats obtenus.

Les résultats précédents sont en désaccord avec la loi de Von Babo et de Wüllner relative aux dissolutions aqueuses étendues ; et le désaccord s'accentue à mesure que la proportion de substance dissoute devient plus considérable. Cela n'a rien qui doive étonner, car il est aisé de voir que la loi de Wüllner ne peut pas être générale. Cette loi, en effet, peut s'exprimer par la relation :

$$\frac{f'}{f} = 1 - \frac{KN}{100 - N};$$

et il en résulte que, pour $\frac{KN}{100 - N} > 1$, la valeur de $\frac{f'}{f}$ est négative, ce qui est absurde.

Loi relative aux dissolutions étendues. — Pour les dissolutions étendues et dans lesquelles N est inférieur à 15, les écarts entre les résultats de l'expérience et ceux fournis par la formule (1) disparaissent si, dans cette formule, on fait K = 1. Dans ce cas, en effet, les résultats s'accordent à $\frac{1}{200}$ près avec ceux que donne la formule :

$$(2) \qquad \frac{f'}{f} = 1 - \frac{N}{100}.$$

Cette expression prend une forme intéressante quand on y remplace N par 100 — N', la quantité N' étant le nombre de molécules d'éther contenues dans 100 molécules du mélange. Elle se transforme, en effet, dans la suivante :

$$\frac{f'}{f} = \frac{N'}{100}, \tag{3}$$

c'est-à-dire que, *dans les dissolutions éthérées médiocrement concentrées, la tension partielle f' de la vapeur d'éther est proportionnelle au nombre N' de molécules d'éther existant dans 100 molécules du mélange, et indépendante de la nature de la substance dissoute.*

Influence de la nature du corps dissous sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'éther.

On peut donner à la formule (1), établie ci-dessus, la forme ci-après :

$$\frac{f-f'}{f} = \frac{KN}{100}. \tag{4}$$

Le rapport $\frac{f-f'}{f}$ étant ce qu'on appelle la diminution relative de tension de vapeur de la dissolution considérée, cette formule (4) peut se traduire ainsi en langage ordinaire : *pour toutes les dissolutions éthérées de même nature, la diminution relative de tension est proportionnelle au nombre de molécules de substance fixe dissoutes dans 100 molécules du mélange.*

Nous avons vu que, dans le cas où les dissolutions sont peu concentrées et où N est inférieur à 15, le coefficient K est sensiblement égal à l'unité; on a donc alors :

$$\frac{f-f'}{fN} = 0{,}01, \tag{5}$$

c'est-à-dire que, *si l'on divise la diminution relative de tension* $\frac{f-f'}{f}$ *d'une dissolution éthérée étendue, par le nombre* N *de molécules de substance fixe existant dans 100 molécules de mélange, on obtient, quelle que soit la nature de cette substance, un quotient constant et égal à 0,01.*

En vue de savoir si cette loi remarquable est générale, j'ai dissous dans l'éther des composés pris dans les divers groupes chimiques et choisis parmi ceux dont les points d'ébullition sont les plus élevés, et les poids moléculaires les plus différents, et j'ai mesuré les tensions de vapeur des dissolutions obtenues. La température des expériences a toujours été voisine de 15 degrés.

Dans le tableau suivant, qui résume les résultats observés :

La première colonne renferme les noms des substances dissoutes dans l'éther;

La deuxième colonne donne les formules chimiques et les poids moléculaires de ces substances;

La troisième colonne indique le nombre N de molécules de substance dissoute dans 100 molécules de mélange;

La quatrième colonne contient les valeurs du rapport $\frac{f - f'}{f}$, c'est-à-dire les diminutions relatives de tension de vapeur;

La cinquième colonne donne les valeurs du quotient $\frac{f - f'}{fN}$.

(1)	M (2)	N (3)	$\frac{f-f'}{f}$ (4)	$\frac{f-f'}{fN}$ (5)
Ethylène perchloré.	C^2Cl^6 = 237	7,93	0,00288	0,0100
Essence de térébenthine	$C^{10}H^{16}$ = 136	8,95	0,0885	0,0099
Nitrobenzine.	$C^6H^5AzO^2$ = 123	6,00	0,1424	0,0084
Salicylate de méthyle.	$C^8H^8O^3$ = 152	9,20	0,0860	0,0094
Azocuminate de méthyle. . . .	$C^{22}H^{26}Az^2O^4$ = 382	2,91	0,0260	0,0089
Benzoate d'éthyle	$C^9H^{10}O^2$ = 150	9,60	0,091	0,0095
Acide cyanique.	CAzOH = 43	4,52	0,041	0,0091
Acide benzoïque	$C^7H^6O^2$ = 122	7,18	0,070	0,0097
Acide trichloracétique	$C^2Cl^3O^2H$ = 163,5	11,41	0,120	0,0105
Aldéhyde benzoïque	C^7H^6O = 106	12,98	0,132	0,0102
Alcool caprylique	$C^8H^{18}O$ = 130	6,27	0,070	0,0110
Aniline	C^6H^7Az = 93	7,66	0,081	0,0106
Mercure éthyle	$C^4H^{10}Hg$ = 258	9,75	0,089	0,0091
Chlorure antimonieux	$SbCl^3$ = 228,5	4,27	0,037	0,0087
		Moyenne		0,0098

J'ai rapporté, à dessein, les résultats relatifs à des dissolutions très inégalement concentrées, et dans lesquelles N a varié de 3 à 13. Malgré cela, les valeurs de $\frac{f - f'}{fN}$ s'écartent relativement peu de la moyenne 0,0098, et cette moyenne est elle-même remarquablement rapprochée du nombre théorique qui est 0,0100.

Cela suffit pour montrer que la formule (5) exprime, avec autant d'exactitude qu'on peut l'espérer, la loi des tensions de vapeur des dissolutions éthérées, dans les limites de concentration indiquées.

Détermination des poids moléculaires. — Il est possible de mettre à profit les résultats précédents pour déterminer les poids moléculaires des corps peu volatils solubles dans l'éther.

Soient :

P le poids d'une substance relativement fixe dissoute dans 100 grammes d'éther,

74 le poids moléculaire de l'éther,

M le poids moléculaire de la substance dissoute,

N le nombre de molécules de cette substance existant dans 100 molécules du mélange,

On a :

$$\frac{N}{100} = \frac{74 \times P}{100 \times M + 74 \times P}.$$

Substituant cette valeur de $\frac{N}{100}$ dans (2), il vient, tout calcul fait, pour le poids moléculaire M de la substance dissoute dans l'éther :

$$M = 0{,}74 \times \frac{f'P}{f - f'}. \tag{6}$$

Il est clair que la valeur de M ainsi calculée ne peut être qu'approximative ; mais, pourvu que le point d'ébullition de la substance dissoute soit supérieur à 140 degrés, cette valeur est toujours assez voisine de la vérité pour déterminer le choix entre plusieurs poids moléculaires possibles. Il n'est même pas nécessaire pour cela que les dissolutions soient fort étendues ; et, à la seule condition que le poids P de substance dissoute dans 100 grammes d'éther ne dépasse pas 20 grammes, on arrive toujours à des résultats suffisamment exacts. L'exemple suivant, pris au hasard, donnera une idée du degré d'approximation auquel on parvient d'ordinaire.

Corps dissous dans l'éther : ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE :

Poids P d'essence dans 100 grammes d'éther.	$11^{gr},346$
Tension de vapeur f' de la dissolution	$360^{mm},1$
Différence de tension de vapeur $f - f'$ entre l'éther et la dissolution.	$22^{mm},9$

Ces valeurs, introduites dans la formule (6), conduisent à M = 132.

Or, on sait que la véritable valeur du poids moléculaire de l'essence de térébenthine est M = 136. La différence n'est que de $\frac{1}{34}$. On arrive presque toujours à des résultats aussi satisfaisants avec les autres substances, pourvu que leur point d'ébullition soit supérieur à 140 degrés.

Cette dernière condition limite, quant à présent, l'emploi de la méthode fondée sur la mesure des tensions de vapeur, mais il n'y a pas trop à le regretter. La méthode CRYOSCOPIQUE *(Comptes rendus* du 23 novembre 1885 ; *Annales de Chimie et Physique*, juillet 1886), fondée sur l'observation du point de congélation des dissolutions faites dans l'eau, l'acide acétique ou la benzine offre, en effet, un moyen incomparablement plus facile, plus exact et plus général d'arriver au même résultat.

Je montrerai bientôt que les mêmes lois s'appliquent aux tensions de

vapeur de tous les liquides volatils employés comme dissolvants, quelle que soit d'ailleurs la volatilité propre du corps dissous; et j'en déduirai les lois particulières relatives aux tensions de vapeur des mélanges de deux liquides volatils.

M. F.-M. RAOULT

Professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

DÉTERMINATION DES POIDS MOLÉCULAIRES DE QUELQUES COMPOSÉS NOUVEAUX PAR LA MÉTHODE CRYOSCOPIQUE

— Séance du 30 mars 1888 —

Depuis deux ans, l'application de la *cryoscopie* à la détermination des poids moléculaires, d'après la méthode que j'ai décrite en divers endroits, et particulièrement dans le *Compte rendu du Congrès de Grenoble*, séance du 14 août 1885, a été faite avec succès dans différents pays. Elle a permis d'établir les véritables formules de l'inosite, de la quercine, de la diépichlorhydrine, de la diparatoluidi-isonitroséthane, des diacétyl-diphénylglyoximes isomères, etc., etc..., et de résoudre ainsi plusieurs questions théoriques intéressantes.

M. le Dr Auwers, surtout, s'en est occupé dans ces derniers temps (*Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Jahrgang XXI, Heft 4, p. 701). Avant d'appliquer ma méthode, ce savant a eu la précaution d'en vérifier l'exactitude par des expériences nombreuses et soignées; et, au cours de ses expériences de contrôle, il a trouvé pour l'acide picrique, l'acétanilide, le benzile, des formules entièrement conformes à celles que faisait prévoir la théorie.

L'éminent chimiste de Göttingen, M. Victor Meyer, qui a suivi les expériences de M. Auwers, s'exprime ainsi au sujet de ma méthode (*Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Jahrgang XXI, Heft 3, p. 536) :

« La méthode de détermination des poids moléculaires de Raoult a incontestablement enrichi de la manière la plus remarquable la provision des moyens physiques dont fait usage la science chimique depuis la découverte de la méthode de Dulong et Petit pour la détermination des poids atomiques. A la vérité, le principe fondamental de la méthode de Raoult ne semble pas avoir une valeur absolue, car, parmi les 250 substances environ que Raoult a examinées, deux, l'iodoforme et la morphine, ont donné une valeur double des poids moléculaires admis jusqu'à présent.

Quelques autres composés ont également présenté des irrégularités, de peu d'importance, il faut le dire. Cette circonstance, ajoutée à la difficulté pas tout à fait insignifiante de son exécution, fait que la valeur de sa méthode, au point de vue chimique, occupe certainement un rang inférieur à celle de la méthode d'Avogadro; mais, d'autre part, en raison de l'importance et du nombre de ses applications connues et à prévoir, la méthode de Raoult doit certainement être placée au même rang que la méthode de Dulong et Petit. — Je me réjouirais si ces lignes pouvaient contribuer à procurer au procédé de Raoult toute la considération qu'il mérite à cause de son utilité, mais qui jusqu'à présent, au moins dans les cercles des chimistes allemands, ne semble pas lui avoir été accordée. »

M. X. ROCQUES

Chimiste principal au Laboratoire de la ville de Paris.

SUR L'ANALYSE DES ALCOOLS. RECHERCHE ET DOSAGE DES ALDÉHYDES

— Séance du 2 avril 1888 —

Parmi les réactifs qui ont été indiqués pour la recherche des aldéhydes, l'un des plus sensibles et qui donne d'excellents résultats, tout en étant d'une application facile, est le bisulfite de rosaniline. La fuchsine sulfitée a été recommandée d'abord par Schiff. Schmidt l'a également indiquée. Il la préparait en ajoutant une solution d'acide sulfureux ou de bisulfite de soude à une solution de fuchsine, jusqu'à teinte jaune. Meyer la prépare en faisant passer jusqu'à décoloration un courant d'acide sulfureux dans une solution alcoolique de fuchsine. Ces réactifs se colorent avec les alcools méthylique, éthylique et propylique. Dans ces derniers temps, M. Gayon a indiqué un procédé de dosage colorimétrique basé sur l'emploi du bisulfite de rosaniline (Comptes rendus 1887, p. 1182).

Depuis plusieurs années, le bisulfite de rosaniline est employé au Laboratoire municipal de Paris pour l'analyse des alcools. On prépare la solution de la manière suivante:

Solution de fuchsine au $\frac{1}{1000}$	125 cent. cubes
Solution de bisulfite de soude à 30° Baumé.	75 —
Solution d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$	250 —
Eau q. s. pour.	1 litre

Ce réactif, qui donne avec les solutions alcooliques d'aldéhyde une belle coloration violet rouge, ne produit aucune coloration quand on l'ajoute à de l'alcool pur. Nous avons, avec M. Mohler, cherché à faire varier les différentes substances qui entrent dans la composition de ce réactif. Nous avons reconnu que si l'on diminuait d'une façon notable la quantité d'acide sulfurique, on obtenait une coloration rosée ou rouge violacé faible avec de l'alcool ne contenant pas trop d'aldéhyde. Le réactif indiqué par M. Gayon nous a paru être faiblement acide et nous avons, plusieurs fois, observé que, même en nous plaçant dans les conditions de préparation qu'il a indiquées, on obtenait des colorations rosées ou rose violacé faible avec de l'alcool pur.

Le réactif au bisulfite de rosaniline varie quelque peu et ne donne pas toujours exactement les mêmes résultats. Quand on vient de le préparer, il est légèrement coloré en jaune ; il se décolore très sensiblement à la longue. Lorsqu'il a été préparé depuis un certain temps, sa sensibilité est plus grande et la coloration violette qu'il donne avec les solutions aldéhydiques est bien plus persistante. Quand la proportion d'aldéhyde est assez notable $\left(\frac{1}{1000}\right)$, la coloration est instantanée. Elle met un certain temps à se produire s'il n'y a qu'une petite quantité d'aldéhyde. Pour observer la coloration produite, nous laissons toujours le réactif agir pendant une demi-heure.

Le bisulfite de rosaniline est un excellent réactif pour la recherche des aldéhydes et nous avons pensé à généraliser son emploi et à l'utiliser au dosage de ces substances.

Prenons le cas le plus général, celui où l'alcool est coloré, comme par exemple les cognacs, les rhums, etc. Il est nécessaire de distiller d'abord. En opérant sur de l'alcool à 50°, relativement très chargé en aldéhydes (comme le sont les marcs), on observe que les aldéhydes (sauf le furfurol) passent dans la première moitié du produit distillé. Il suffira donc de distiller et de recueillir la première moitié. L'aldéhyde éthylique étant très volatil, il suffira de mettre un peu d'alcool pur dans un ballon destiné à recueillir le liquide distillé. On aura soin de refroidir le ballon avec de la glace et de faire plonger l'extrémité du tube réfrigérant dans l'alcool.

L'expérience suivante que nous avons faite avec M. de Brévans montre quelle est la perte d'aldéhyde éthylique que l'on peut avoir à subir quand on distille de l'alcool contenant une petite quantité de cette substance. On a distillé le mélange suivant :

Alcool pur à 50°	1 litre,
Eau	2 litres,
Aldéhyde	2 cent. cubes,

en faisant surmonter le ballon d'un appareil à reflux et à fractionnement très puissant. L'ébullition a été maintenue pendant trois heures et demie et la réfrigération a été réglée de telle sorte que la température indiquée par la vapeur à la partie supérieure de l'appareil à reflux fut de 60°. Une boule tarée servait à recueillir le liquide condensé. A la suite de cette boule un tube de Liébig, contenant une solution concentrée de bisulfite de soude, et deux tubes à potasse étaient destinés à recueillir les vapeurs d'aldéhyde. Il s'est condensé dans ces tubes $0^{gr},230$ ou $0^{cc},285$ d'aldéhyde. Dans la boule, on a recueilli $1^{gr},614$. On y a dosé l'aldéhyde colorimétriquement et par comparaison avec celui qui avait servi à l'expérience. On a ainsi trouvé un cent. cube d'aldéhyde condensé. Enfin, on a dosé de la même façon l'aldéhyde restant dans l'alcool non distillé et on y a trouvé $0^{cc},475$. Donc une perte de $0^{cc},240$, qui, ajoutée aux $0^{cc},285$ condensés dans le bisulfite, donnent 0^{cc} 525, ou environ une perte de 25 0/0 sur la quantité d'aldéhyde employé.

En refroidissant le ballon et faisant barboter l'extrémité du tube réfrigérant dans un peu d'alcool pur, on évite ces pertes. Pour effectuer la réaction colorée, on ramène l'alcool distillé à 50° environ. La coloration et son intensité varient quelque peu avec la concentration de l'alcool employé.

Nous avons cherché quelle était la quantité de réactif à employer pour obtenir la plus grande intensité colorante.

10 cent. cubes d'alcool à 50° renfermant $\frac{1}{1000}$ d'aldéhyde, ont été portés successivement par 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 cent. cubes de réactif. Au bout d'une demi-heure, on a obtenu (en appelant 10 l'intensité colorimétrique de l'essai fait avec 2 cent. cubes :

Nombre de cent. cubes de réactif employés	2	4	6	8, 10, 12, 14, 16.
Intensité obtenue pour le liquide tel quel	10	10,3	6,6	La coloration devient de plus en plus rouge et décroît avec la quantité de réactif.
Intensité ramenée au même volume	10	12	7,6	

C'est donc avec 10 cent. cubes d'alcool et 4 cent. cubes de réactif qu'on obtient le meilleur résultat.

L'intensité de la coloration obtenue avec le bisulfite de rosaniline n'est pas absolument proportionnelle à la quantité d'aldéhyde présent, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants : 10 cent. cubes d'alcool à 50°, contenant des proportions variables d'aldéhyde sont additionnés de

4 cent. cubes de réactif. En appelant 10 l'intensité colorante obtenue avec l'alcool contenant $\frac{1}{100}$ d'aldéhyde, on a :

Proportion d'aldéhyde pour 1,000.	2	1,5	1	0,5
Intensité colorimétrique.	16,9	13	10	4,3

Enfin, voici les résultats obtenus avec diverses aldéhydes (solutions au $\frac{1}{1000}$ — 10^{cc}, réactif 4^{cc}) :

Aldéhyde prise comme type =	10
Methylal. . .	incolore
Acétal . . .	8
Aldéhyde . .	10
Paraldéhyde.	rosé
Acétone. . .	incolore
Aldéhyde propionique .	7.5
— butyrique. .	8
— valérique. .	8
— œnanthylique	8.5
Furfurol.	rosé

En agissant sur des solutions au $\frac{1}{100}$ on n'a rien obtenu avec le méthylal et l'acétone, mais la paraldéhyde et le furfurol ont donné une belle coloration rouge violacé.

En résumé, le bisulfite de rosaniline est un excellent réactif qualitatif pour la recherche des aldéhydes ; mais il ne donne que des résultats très imparfaits quand on l'emploie pour faire des dosages colorimétriques.

M. Marcellin LANGLOIS

Professeur à Beauvais.

DANS LES SUBSTITUTIONS, LES SUBSTITUÉS NE PRENNENT PAS NÉCESSAIREMENT LA PLACE DES ÉLÉMENTS ÉLIMINÉS ISOMÉRIES DANS LA SÉRIE BENZINIQUE. COMPOSÉS ORTHO, MÉTA, PARABENZINIQUES

— *Séance du 2 avril 1888* —

SUR LES SUBSTITUTIONS

Quand on envisage, en chimie, les substitutions successives du chlore à l'hydrogène dans la molécule de CH^4, par exemple, on peut être tenté d'admettre que le chlore prend simplement la place de l'hydrogène qu'il a déplacé et que la nouvelle molécule est *semblable* à la première.

Il n'en est rien pourtant, autant du moins que me permettent de conclure les principes fondamentaux de ma théorie du mouvement atomique : principes que j'ai cherché à vérifier par les procédés les plus divers, de façon à leur donner une portée aussi générale qu'il est possible.

En se basant, d'autre part, sur les notions admises en isomérie, on est arrivé, par exemple, à conclure que les quatre atomes d'hydrogène de CH^4 étaient identiques quant au rôle qu'ils jouent dans la molécule.

Je suis arrivé, de mon côté, à des conclusions toutes différentes. Ce sont ces conclusions que je soumets à la Section :

Si l'on prend une molécule de $CH^4 = M - H - H$, (Fig. 1) et qu'on

Fig. 1.

remplace un des atomes d'hydrogène par un chlore — que ce soit H_1 ou H_2, — l'équilibre ne sera plus possible avec un système $M - H - Cl$ à la surface de la molécule. Le calcul de la chaleur de vaporisation m'a conduit à admettre la molécule (Fig. 2) pour le chlorure de méthyle.

Fig. 2.

C'est l'analogue, d'ailleurs, du chlorure d'éthyle où M — H = CH^3

Fig. 3.

est remplacé par H.

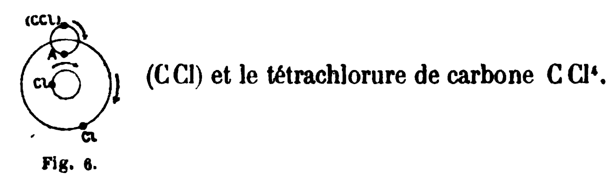
Une substitution nouvelle donne : puis le chloroforme $CH\,Cl^3$,

Fig. 4.

par modification cette fois du radical M qui se dissocie et devient (CH) — Cl. A = (CH).

Fig. 5.

Enfin, la dernière substitution porte sur l'H de A = CH et on a :



(C Cl) et le tétrachlorure de carbone $C\,Cl^4$.

Fig. 6.

(Voir pour le chloroforme et le tétrachlorure le Compte rendu du Congrès de Nancy.)

Dans ces diverses substitutions, la possibilité des isoméries étant la conséquence de la possibilité de diverses conditions d'équilibre des atomes ou radicaux, on voit, au premier abord, qu'il n'y a pas d'isomères pour le composé monochloré. Cette isomérie ne serait réalisable que dans le cas où le chlore se substituerait à de l'hydrogène de (CH^2) = M. Or, ici les liaisons sont telles, l'énergie atomique de H dans M *distribuée de telle façon* que les deux autres hydrogènes pourront être déplacés avant que la substitution ne porte sur les deux derniers. Les deux H, autres que ceux de M = (CH^2), seront donc déplacés les premiers : c'est chose qui se conçoit aisément.

Par les figures que je viens de donner, on voit qu'à proprement parler il n'y a que les molécules de chloroforme et de tétrachlorure qui soient *semblables* et que les molécules des quatre composés chlorés ne sont nullement les semblables de CH^4.

Si je considère actuellement la molécule de benzine et que je me place

au point de vue de l'équilibre des éléments de la molécule, je vois qu'il n'y

a qu'un seul composé *monochloré* possible, à savoir :

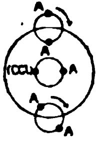


Fig. 7.

Comme composés bichlorés on a :

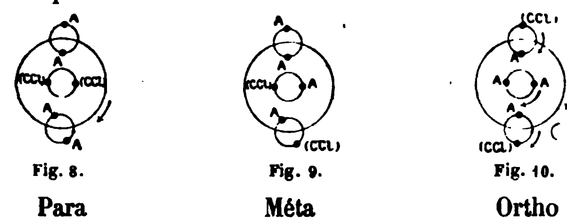


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Para Méta Ortho

Qu'on substitue l'atome de Cl à un atome d'H de (CH) = A dans le composé para, on voit que, la substitution portant sur l'une ou sur l'autre des deux molécules secondaires superficielles (A — A), l'équilibre subsiste avec (A — A) — (A — C Cl) et qu'il ne saurait y avoir de différence de propriétés physiques, à cause même du mouvement des deux molécules secondaires assujetties seulement à être diamétralement opposées.

La substitution à H d'un atome de chlore dans le composé méta peut donner trois isomères qui sont :

$$= \left.\begin{matrix} *A - A \\ *(C\,Cl) - (C\,Cl) \end{matrix}\right\} *(C\,Cl) - A.$$

$$= \left.\begin{matrix} *A - (C\,Cl) \\ *A - (C\,Cl) \end{matrix}\right\} *A - (C\,Cl).$$

$$= \left.\begin{matrix} *A - A \\ A - (C\,Cl) \end{matrix}\right\} *(C\,Cl) - (C\,Cl).$$

Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

Enfin, dans le composé ortho, il y a deux isomères possibles par la substitution d'un chlore, ce sont :

$$= \left.\begin{matrix} *(C\,Cl) - (C\,Cl) \\ *A - (C\,Cl) \end{matrix}\right\} *A - A.$$

$$= \left.\begin{matrix} *A - (C\,Cl) \\ *A - (C\,Cl) \end{matrix}\right\} *A - (C\,Cl).$$

Fig. 14. Fig. 15.

Par ces formules et ces figures, on voit donc que les molécules dérivées de la benzine ne sont pas nécessairement semblables à la molécule primitive et que la prévision des isomères peut se faire autrement qu'on ne l'a faite jusqu'ici.

Dans ma précédente communication, j'ai dit comment il fallait concevoir les radicaux faisant fonction d'atomes. Ce sont des molécules secon-

daires ayant éprouvé un changement d'état, une condensation analogue à celle qui se produit dans les molécules ordinaires lors de la liquéfaction. Mais il peut se faire que par substitution de CH^3, par exemple, à un atome d'H, la molécule secondaire fonctionne comme *gazeuse*. Le radical A fait

place alors au système : M = (CH^3), le composé C. CH^3

Fig. 16.

étant l'analogue du chlorure de méthyle dont j'ai précédemment donné la formule.

Le métaxylène, conformément au groupement particulier aux composés métabenziniques, aura pour constitution moléculaire :

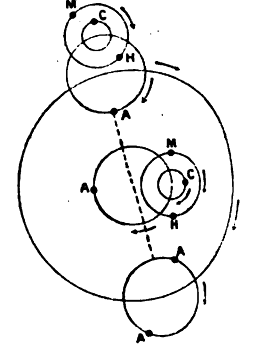


Fig. 17.

Si je me propose de déterminer la chaleur spécifique de ce composé à l'état liquide, je fais la somme de la chaleur d'oscillation de la molécule enveloppe et des chaleurs spécifiques des diverses molécules secondaires, fonctionnant comme gazeuses. La chaleur spécifique d'oscillation étant très faible pour les composés à poids moléculaire élevé, je n'en tiendrai pas compte ici.

En appliquant aux molécules secondaires du métaxylène les règles que j'ai formulées au Congrès de Nancy, je remarque :

(1) A — A molécule biatomique;

(2 $$*A - \left[\begin{matrix} M \\ | \\ H \end{matrix} \right\} *C \right].$$

A forme avec la parenthèse une molécule biatomique dans laquelle il y a une autre molécule biatomique $\begin{matrix} M \\ | \\ H \end{matrix}$, enveloppe d'une molécule centrale monoatomique *C.

Cela fait en tout deux molécules biatomiques et une monoatomique, et comme le système (2) se retrouve au centre, on a avec (1) et pour la molécule totale cinq molécules biatomiques et deux monoatomiques.

Elles se comportent, je l'ai dit autre part, comme si elles occupaien chacune le volume de la molécule totale, de sorte qu'en désignant par V le volume occupé par 1 kilogramme de vapeur de métaxylène sous la pression atmosphérique, j'ai la formule suivante de la chaleur spécifique :

$$C = \frac{1}{E} \frac{V\pi pg\alpha}{9} \left(5 + 2 \times \frac{2}{3}\right).$$

Or, tous calculs effectués : $\frac{1}{E} \frac{V\pi pg\alpha}{9} = 0{,}064.$

$$C = 0{,}064 \times 6{,}33 = 0{,}405.$$

Trouvé entre 15° et 30° : 0,408.

Quant aux autres propriétés physiques, chaleur de fusion, de vaporisation, on les peut déterminer à l'aide des principes établis antérieurement et en se basant sur la constitution moléculaire que j'ai indiquée plus haut.

Je publierai ultérieurement les données relatives à cette question.

M. BAILLON

Pharmacien-major, à Oran.

MÉTHODE POUR RECUEILLIR LES ÉCHANTILLONS D'EAU POUR L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

— *Séance du 2 avril 1888* —

La récolte des échantillons d'eaux à analyser au point de vue microbiologique a une grande importance qui a justifié différents procédés. Les auteurs de ces procédés ont tous cherché à éviter l'introduction d'organismes ou germes étrangers pouvant fausser les résultats analytiques.

Au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences tenu à la Rochelle, M. Certes recommandait la méthode suivante :

« Soumettre les flacons préalablement lavés à l'alcool, aux acides ou à
» l'eau bouillante, à une chaleur de 120° qui détruit tous les germes.
» L'appareil le plus simple pour obtenir ce résultat est un four à coke ou
» à gaz, tel qu'il en existe dans nos cuisines. Les flacons, bouchés avec
» du coton, y sont placés et abandonnés pendant deux ou trois heures.
» Du moment où le coton roussit, *il y a de grandes chances que les germes*
» *soient détruits*.

» Si l'on doit emporter en voyage des flacons préparés à l'avance, on » les bouche par dessus le coton avec des bouchons flambés à la lampe à » alcool, pour éviter les dépôts de noir de fumée.

» Lorsque ces précautions ne peuvent être prises, les bouteilles sont » lavées à plusieurs reprises, d'abord avec du gravier, puis à grande eau, » avec l'eau à analyser. »

Toutes ces recommandations, quelque commodes qu'elles soient, n'assurent pas l'asepsie complète, témoin les passages ci-dessus soulignés; aussi voyons-nous les procédés se compliquer.

A l'Observatoire de Montsouris, M. Miquel se sert de ballons effilés en pointe et chauffés préalablement à 200 et 300° pour être scellés à cette température. La pointe étant brisée dans l'eau à analyser, un échantillon pénètre dans le ballon dont on scelle de nouveau l'extrémité capillaire.

M. Hermann Fol emploie des tubes courbés en baïonnette à extrémité inférieure effilée. Après avoir muni le tube de deux bourres d'amiante, il ferme la pointe à la lampe et porte le tout à une température voisine du rouge sombre pour stériliser. Pour procéder au puisage, on adapte à la partie supérieure un tube d'aspiration en caoutchouc, fermé par une pince; on flambe la partie effilée du tube, ainsi que la pince qui doit servir à en couper l'extrémité, et on prélève le liquide à essayer directement avec la pipette. Une fois le tube partiellement rempli, on en tourne la pointe un peu en l'air pour que la bulle gazeuse stérilisée qui en occupe le sommet vienne à la pointe, et on ferme à la lampe. Il faut avoir grand soin de ne pas mouiller la bourre, accident qui est évité par la courbure en baïonnette.

Tous ces procédés peuvent être excellents lorsqu'on a un laboratoire bien aménagé, mais ils me paraissent au-dessus des ressources des modestes cabinets que nous possédons généralement tous. Aussi le Dr Cahen, auquel nous empruntons une partie de ces détails, se contente-t-il du modus suivant : Il prend des flacons de verre ordinaire parfaitement propres. Il fait couler, pendant un certain temps, un jet de l'eau à analyser, en ayant soin de remplir et de vider la bouteille plusieurs fois de suite, de façon à évacuer autant que possible les germes qui adhéreraient aux parois du verre, puis il ferme avec un bouchon de liège ou de verre. Le Dr Cahen ajoute qu'il n'élimine ainsi que les causes d'erreur qui pourraient tenir aux impuretés du récipient (ce qui pour nous est très incertain) et qu'il ne se préoccupe pas de la contamination possible par l'air, chose qui lui paraît, comme à nous, inutile, étant donné que pour faire les essais de numération, de culture, etc., ultérieurs, on est bien obligé de mettre plusieurs fois les échantillons en contact avec l'air du laboratoire.

Bien que très partisan de la stérilisation par la chaleur, nous avons été

frappé de la difficulté des opérations à effectuer dans un modeste laboratoire. Nous avons donc cherché à éviter ces complications et nous croyons y avoir réussi de la façon suivante :

Nous prenons des flacons de verre ordinaire, bouchés à l'émeri, que nous lavons préalablement avec de l'alcool, des acides et de l'eau bouillante, et ces flacons, ainsi bien nettoyés, sont remplis complètement de liqueur de Van-Swieten (solution de sublimé au $^1/_{1000}$). Nous les transportons alors au puits ou à la source dont il faut prendre un échantillon. La solution de Van-Swieten est alors vidée et il ne nous reste plus qu'à rincer plusieurs fois les flacons avec l'eau à analyser, jusqu'à ce que les parois ne contiennent plus de trace de bichlorure, ce dont on peut s'assurer en traitant les eaux de lavage par une solution d'iodure de potassium. Le flacon est alors complètement rempli d'eau, bouché avec le bouchon de verre préalablement stérilisé par la solution de Van-Swieten, et je reviens ainsi faire mon analyse bactériologique. Si j'avais à expédier mon échantillon, je n'aurais qu'à luter avec un lut stérilisé pour assurer ainsi l'absence de toute contamination étrangère.

M. CH.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique de Prague.

LA DURÉE DE ROTATION DU SOLEIL COMPARÉE A CELLE DES PLANÈTES

— Séance du 2 avril 1888 —

J'ai montré dans deux notes précédentes, publiées dans les Comptes rendus de l'Association (Congrès de Rouen et de Nancy), que tout mouvement orbitaire dans le système solaire est déterminé par le mouvement rotatoire du corps central, la durée de révolution planétaire étant une fonction simple de la durée de rotation du corps central.

J'ai comparé le soleil à une énorme machine électrodynamique dont la rotation des pôles entraîne le mouvement des planètes et des comètes, machines dynamo-électriques moindres, comme la dynamo-génératrice, celle des dynamos conjuguées ; c'est ainsi que j'ai pu conclure que la rotation des planètes doit être liée à la même loi des multiples que celle de leur révolution.

En comparant la durée de rotation en temps sidéral à la rotation du soleil, on obtient également :

$$n \times \frac{t}{2} = \frac{T}{2} \text{ ou } ns = T,$$

où t désigne la durée de rotation des planètes et T la durée de la rotation du soleil.

La table suivante nous donne d'un coup d'œil la preuve de cette relation, qui relie le mouvement rotatoire du corps central au mouvement rotatoire planétaire :

Table de la durée de rotation des planètes comparée à la durée de rotation du soleil.

Planètes.	Rotation.	$\frac{t}{2}$	n	$n \times \frac{t}{2} = \frac{To}{2}$	$d\left(\frac{To}{2}\right)$
Mercure. . . .	$24^h,01389$	$12^h,00685$	25	$300^h,16735$	$-\ 2^h,08$
Vénus.	$23^h,35606$	$11^h,67803$	26	$303^h,65378$	$+\ 1^h,41$
Terre	$23^h,93444$	$11^h,96722$	25	$299^h,18056$	$-\ 3^h,06$
Mars	$24^h,62306$	$12^h,31153$	25	$307^h,78825$	$+\ 5^h,54$
Jupiter	$9^h,92694$	$4^h,96347$	61	$302^h,77167$	$+\ 0^h,53$
Saturne	$10^h,24000$	$5^h,12000$	59	$303^h,08000$	$+\ 0^h,84$
	Moyenne.			$304^h,40627$	$+\ 0^h,53$
	Demi-rotation solaire . .			$302^h,24170$	
				$2^h,17645$	

La différence moyenne $d\left(\frac{To}{2}\right)$ ne dépasse pas sensiblement une demi-heure, la valeur moyenne de la durée de la rotation du soleil ainsi calculée ne dépasse guère $2^h,2$ ou 0,7 0/0 de la durée totale d'une demi-rotation du soleil.

M. Perrotin, Directeur de l'Observatoire de Nice, a déterminé approximativement cette durée par l'observation d'une tache à la surface d'Uranus; je l'ai calculée par la loi indiquée (Observations, novembre 1887), de $11^h,968$, et M. Müller l'a déterminée par l'observation de la variabilité de l'éclat de la planète Neptune et a trouvé la durée de rotation de $7^h,918$; le calcul m'a donné par la durée de révolution du satellite de Neptune $7^h,92$. Ces deux valeurs nous donnent pour :

Uranus	$11^h,968$	$5^h,984$	50	$305^h,18400$
Neptune	$7^h,920$	$3^h,960$	76	$300^h,96000$
D'où on tire la valeur moyenne générale.				$303^h,2232$
Demi-rotation du soleil				$302^h,2417$
Différence.				$0^h,9815$

ou la différence encore moindre de : $d\frac{T}{2} = 0,32$ p. c. de la valeur d'une demi-rotation solaire.

En renversant cette relation, les différences sont encore moindres : $t=\frac{T}{n}$, comme le montre la table suivante :

Planètes.	Durée calculée.	n	C — O
Mercure	24h,17903	25	+ 0h,165
Vénus	23h,24938	26	— 0h,107
Terre	24h,17933	25	+ 0h,243
Mars..........	24h,17933	25	— 0h,444
Jupiter........	9h,90956	61	— 0h,017
Saturne........	10h,24542	59	+ 0h,005
Uranus........	12h,08967	50	+ 0h,122
Neptune	7h,95375	76	+ 0h,039
	Moyenne		+ 0h,001

Il est bien intéressant pour la théorie électrodynamique que la loi soit mieux suivie par les corps puissants et de là moins troublés, de grandes masses comme Jupiter et Saturne.

On ne peut que considérer cette relation entre les durées de rotation du corps central et de planètes, comme une nouvelle confirmation de la loi énoncée par moi pour la révolution des planètes et des comètes périodiques et de l'action électrodynamique entre les corps célestes formant notre système solaire.

M. CH.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique de Prague.

LES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES DE L'ANNÉE 1886

— Séance du 2 avril 1888 —

J'ai montré, dans une note aux comptes-rendus du Congrès de Toulouse, que les perturbations du potentiel magnétique de la terre sont dues à deux causes extra-terrestres, savoir l'induction solaire périodique de 12, 6 jours correspondant à la durée d'une demi-rotation solaire et au passage des essaims périodiques d'étoiles filantes, dont les potentiels très différents de celui de la terre produisent, pendant leur passage, le changement du potentiel magnétique et les courants terrestres parfois d'intensité extraordinaire.

Le tableau suivant donne d'un coup d'œil cette relation aux deux causes perturbatrices cosmiques pour les observations faites en 1886 à

Stonyhurst et qui n'ont été communiquées par la gracieuseté de M. le Directeur C. P. Perry.

JOURS de la période solaire.		JOURS DU PASSAGE DE ☄ d'après Denning.	PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES
Janvier	1		(1) à 10 h. 45 m. — 11 h. 48 m. p. m.
»		2-3	(2) à midi, (3) au (4) 12 h. — 5 h. p. m.
»	13		(9) à 6 h. — 10 h. p. m. (1° 11',6 en déclinaison).
»		15	(15) à 2 h. p. m. — 2 h. a. m.
»		19	(19).
»		21	(22).
»	25		
»		31	(29), (30).
Février		3	(5) à 8 h. a. m. — 12 h. p. m.
»		7	
»	8		
»		10	(11) 7 h. — 11 h. p. m. (23',9 en déclinaison).
»		19	(16) à la nuit, (18), (19).
»	20		(21) au (22).
Mars		1-4	
»	5		
»		16	(15) après midi.
»	18		(18) au (19) (35',3 en déclinaison), (20).
»	31		(23), (26), (27), (29), (30) 10 h. 12 m. 10 h. 22 m. (de 1° 34',3 en déclinaison) (31) p. m. et 1/4.
Avril	4		
»		11 }	(11) à la nuit jusqu'au (15). 8 h. p. m.
»	12		
»		13 }	
»		19	(16) au (19).
»		20	(21).
»		22-23	
»	24		(25) et (30) 1 h. a. m. — 2 h. a. m.
Mai	2		(1).
»		4	
»		6	
»	7		(8) au (12).
»		15	
»		18	(18).
»	20		
»		31	(27).
Juin	1		
»		6-7	
»		12	(12).
»	14		
»		20	(17) au (18), (21) au (22).
»	26		(24) à la nuit.
»	29-30		
Juillet	9		(7) au (9).
»		11	(14).
»		20-21	(19) et (20).
»	22		(21).
»		25-30	(27) 10 h. 24 m. — 10 h. 35 m. (de 55',5 en déclinaison).

JOURS de la période solaire.	JOURS DU PASSAGE DE ☉ d'après Denning.	PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES
Août 2		
»	5	
» 15	7-15	(7) à 10 h. 11 m. p. m., du (11) 10 h. p. m.
»	19-22	jusqu'au (20) du soir, perturb. continuelle·
» 28		(23) 8 h. p. m. au (24).
Septembre	1-2	
»	6-7	
» 10		(9) au (10).
»	11-13	(11), (12), (13) au (14).
» 23		(20) au (21).
»	25	
Octobre	1-4	
» 5	6	Du (6) à midi au (11).
»	13	
»	15	
»	17-25	(21) après midi; (26) 7 h. à 9 h. p. m.
» 18		
» 30	29	(27), (28), (29).
Novembre	1-2	
»	4	
»	6-9	
»	11-15	(12) forte perturbation de la force totale, (13),
» 12		(14), (15).
»	19	
» 25		(23) au (26) perturbations légères, orage.
»	27-29	(29) p. m. (32',5 en déclinaison) au (30).
Décembre 6		
» 7	8-13	Du (11) à la nuit au (25) du matin, perturbation continuelle.
» 20	21	
»	24	Du (26) au (29).

On voit :

1° Que les jours de la période solaire étaient des jours de la perturbation magnétique en 1886, à la seule exception du 5 mars et du 2 août, et les jours précédant immédiatement ces dates et les suivant;

2° Que les plus grandes perturbations, du 9 janvier, du 18 mars, du 31 mars, tombent sur les dates de la période solaire ou très près d'elles;

3° Que les perturbations moindres, mais de longue durée tombent sur les dates des passages des essaims d'étoiles filantes périodiques, d'après les observations de M. Denning, ou dans le court intervalle entre les dates de la période solaire et de ces passages : ainsi, en avril, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre (deux fois) et décembre.

C'est ce qui démontre d'une manière concluante la relation intime qui doit exister entre ces deux causes cosmiques de perturbations électriques et magnétiques de la terre.

M. le Dr FINES

à Perpignan.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE FAITES A PERPIGNAN EN 1887.

— *Séance du 8 avril 1888* —

Nous avons exposé, l'an dernier, au Congrès de Toulouse, les méthodes employées à l'Observatoire de Perpignan pour l'étude de l'électricité atmosphérique; nous avons ensuite examiné successivement ses variations horaires, mensuelles et saisonnières pendant l'année 1886, et nous avons présenté les diagrammes de ces mêmes variations.

Cette étude offre beaucoup d'intérêt; malheureusement, elle est impraticable sur bien des points, non pas à cause des difficultés pratiques qu'elle peut présenter, mais à cause des variations atmosphériques qui troublent la régularité de sa marche et empêchent la continuité des observations. La fréquence des perturbations ne permet pas alors de faire une discussion complète des variations électriques qui se produisent normalement dans l'air.

En 1887, nous avons continué le même travail avec les mêmes appareils et suivant les mêmes méthodes. Les courbes photographiées par l'électromètre enregistreur de M. Mascart ont été régularisées, nous avons négligé toutes les journées troublées ou incomplètes, et nous n'avons conservé que les observations faites par *un état électrique normal*, c'est-à-dire par un ciel assez clair, un air assez calme et une atmosphère assez pure pour que, pendant toute une journée, la courbe reste constamment au positif et ne présente pas des irrégularités trop importantes. Si nous devions compter seulement, ainsi que l'indiquerait la théorie, les jours absolument sans aucun nuage, pendant lesquels l'air serait tout à fait calme, et sans qu'il y eût aucune poussière dans l'atmosphère, les observations régulières, horaires, comme nous les relevons, seraient impossibles.

Le nombre des *journées normales* avait été de 185 en 1886, il a été de 216 en 1887. ce qui donne, pour ces deux années, une moyenne de 200 journées normales et complètes. Peu d'Observatoires en France pourront probablement obtenir ce résultat, car le beau temps ne les favorise pas assez.

Le tableau suivant contient les valeurs horaires en éléments de Volta, d'après les courbes non troublées et régularisées.

VARIATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE

Valeurs horaires en éléments de Volta, d'après les courbes diurnes complètes, non troublées et régularisées.

Mois	Journées normales.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	midi,
		volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts
Décembre 1886. .	17	36.9	30.9	34.1	36.6	30.8	36.3	42.8	54.0	54.4	51.1	48.5	49.8
Janvier 1887. . .	25	40.9	38.5	37.9	39.4	42.0	46.5	52.9	57.5	59.6	55.3	49.3	51.8
Février	17	28.2	24.0	22.7	21.2	18.4	22.1	31.0	37.4	38.9	35.4	32.5	31.6
Mars	25	26.8	25.8	31.0	26.8	25.5	33.1	44.8	47.2	43.5	34.8	34.6	43.1
Avril.	15	38.1	34.7	30.3	31.5	3.14	36.5	50.0	52.9	52.8	46.9	44.9	47.6
Mai.	20	39.6	38.7	36.0	36.0	40.0	45.0	46.8	43.5	38.0	33.1	29.1	32.2
Juin.	16	51.1	46.4	46.0	46.0	51.4	59.3	64.2	64.1	55.1	49.8	51.2	49.4
Juillet.	15	44.0	42.4	41.9	39.9	42.8	49.1	53.1	53.9	56.0	55.5	54.4	56.3
Août.	16	39,8	39.0	40.3	38.9	38,8	45.0	51.4	53.7	51.1	49.3	47.1	48.8
Septembre. . . .	19	39.0	34.2	31.9	34.2	36.6	45.6	61.8	63.0	57.6	50,6	50.8	53.4
Octobre.	14	55.1	48.8	48.7	52.6	55.1	72.3	86.8	94.2	83.0	68.4	68.5	69.3
Novembre. . . .	17	55.8	52.8	56.9	56.4	57.1	69.4	94.3	99.4	94.2	87.4	85.0	76.6
Décembre. . . .	16	57.7	53,2	52,9	54.1	61,5	74.3	85.7	93.9	90.6	91.4	88.4	91.5
Année météorologique.	216	41.3	38.0	38.2	38.3	39.1	46.7	56.7	60.0	57 1	51.5	49.7	50.8

Mois	Journées normales.	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	min.
		volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts
Décembre 1886. .	17	50.2	44.2	47.6	53.6	58.1	64.2	64.0	62.7	63.8	60.7	52.0	49.2
Janvier 1887. . .	25	49.1	47.8	48.4	51.9	61.0	68.2	64.4	62.5	62.0	61.7	53.3	44.9
Février	17	33.6	34.4	36.9	40.6	42.6	48.4	51.2	49.6	40.8	38.2	34.0	32.1
Mars.	25	42.5	40.0	42.4	44.0	48.7	59.3	59.2	53.4	44.6	46.0	38.8	35.8
Avril	15	52.5	52.1	60.7	65.6	65.4	65.7	70.2	70.7	66.3	57.8	47.7	42.4
Mai. . . . . . ,	20	34.0	31.3	33.4	37.9	37.8	45.0	47.6	53.2	53.5	48.5	46.3	40.5
Juin.	16	48.0	45.1	45.7	46.5	52.9	61.7	67.6	70.2	67.5	60.2	55.2	51.8
Juillet.	15	55.2	53.3	52.3	51.7	54.9	61.9	70,2	72.0	72.3	62.9	51.1	47.5
Août	16	47.2	44.3	42.2	44.1	47.6	55.9	65.4	68.2	59.5	50.7	46.4	41.4
Septembre. . . .	19	52.5	51.3	51.6	54.5	60.2	65.5	69.5	68.5	64.7	53.4	47.4	42.4
Octobre.	14	71.4	76.3	81.0	88.3	94.6	102.0	103.4	100.3	90.6	78.1	63.2	53.8
Novembre. . . .	17	74.4	79.7	86.5	95.7	110.8	121.9	120.4	111.9	95.8	79.1	66.6	58.6
Décembre. . . .	16	89.9	87.9	91.4	105.8	118.3	122.1	125.6	121.7	110.7	100.6	89.0	74.7
Année météorologique.	216	50.9	50.0	52.4	56.2	61.2	68.4	71.1	70.3	65.1	58.1	50.2	45.0

La tension électrique de l'air avait atteint son maximum annuel en janvier et son minimum en mai pendant l'année 1886, ce qui est régulier. Le tableau précédent nous montre qu'en 1887 la variation annuelle a présenté des irrégularités dont nous avons vainement recherché les causes. Le maximum normal de janvier a été suivi d'un autre maximum en avril, et le maximum qui se produit durant les mois d'été, pendant la saison orageuse, a été aussi plus accentué.

Pendant cette année, les variations diurnes ont été régulières, et la petite oscillation secondaire du milieu du jour, que nous avons signalée l'an der-

nier, se trouve plus nettement accusée pendant tous les mois, octobre et novembre exceptés.

Le premier maximum principal s'est présenté cette année vers 19h2, c'est-à-dire après le coucher du soleil; un peu plus tôt en hiver (à 18h5) et en automne (à 18h8); un peu plus tard au printemps (à 19h6), et en été (à 19h8).

Le premier minimum principal est survenu vers 13h9; en hiver et au printemps un peu après (14h1 et 14h0), en été 1h1 plus tard (15h0), et en automne 1h3 plus tôt (12h6).

Le deuxième maximum principal est arrivé vers 8h0, presque une heure plus tard en hiver (à 8h9), un peu plus tôt au printemps (à 7h6), et en été (7h7), et environ à l'heure moyenne (7h9) en automne.

Il a été précédé d'un second minimum principal observé vers 3h6 du matin; pendant l'automne ce minimum a été en avance de 1h6.

La petite oscillation secondaire du milieu du jour est survenue vers midi, avec un maximum à 12h5, précédé d'un minimum à 11h0.

Ces variations sont résumées dans le tableau suivant, qui donne, en même temps que l'heure des maxima et des minima, la valeur de la tension en ces moments.

		1886	1886 volts	1887	1887 volts
Premier maximum principal..	à	19h4	50.0	19h2	71.0
Premier minimum principal..	à	14h2	38.0	13h9	50.0
Écart moyen =			12.0		21.0
Deuxième maximum principal	à	8h2	43.6	8h0	60.0
Minimum principal..........	à	2h8	28.3	3h6	38.0
Écart moyen =			15.3		22.0
Maximum secondaire........	à	12h3	38.0	12h5	50.8
Minimum secondaire........	à	10h8	37.7	11h0	49.7
Écart moyen =			0.3		1.1

Si nous cherchons maintenant à établir les relations qui existent entre certains phénomènes atmosphériques et l'électricité de l'air, nous trouvons que l'influence de la température et de l'humidité prédomine; le temps froid et sec augmente la tension électrique, et celle-ci diminue quand le temps est chaud et humide.

Le vent du Nord-Ouest *(Tramontana)*, qui est froid et sec, souffle souvent par rafales, en poussant des masses d'air dont l'état hygrométrique et thermique est très variable; il amène des variations de tension considérables, et celles-ci peuvent atteindre et dépasser 200 éléments dans un court espace de temps, et rester constamment positives, tant que la pluie n'accompagne pas le vent.

Lorsque la pluie survient, au contraire, l'électricité est toujours négative et la tension est proportionnelle à son intensité.

Enfin, pendant le brouillard, nous avons constaté que l'électricité atmosphérique est constamment positive, et qu'elle dépasse la tension normale aux mêmes heures de 20 volts environ.

M. THÉVENET

Directeur du Service Météorologique Algérien, Professeur à l'École supérieure des Sciences, à Alger.

LE SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE ALGÉRIEN

— Séance du 8 avril 1888 —

Le Service météorologique algérien, créé en 1873, fut confié au Service général du Génie jusqu'au 1er janvier 1884, époque à laquelle il fut rattaché à l'École Supérieure des Sciences d'Alger. Par suite de ce changement, un certain nombre de stations confiées à MM. les Adjoints du Génie durent être remises entre les mains de MM. les Médecins chefs des hôpitaux militaires, de MM. les Principaux de Collèges ou des Instituteurs de l'Algérie.

Le réseau météorologique algérien est actuellement composé des stations indiquées dans le tableau suivant :

	STATIONS DE 1er ORDRE	STATIONS DE 2e ORDRE
Département d'Alger . .	Alger, Fort-l'Empereur, Ténès, Cherchell, Dellys, Rouïba, Orléansville, Aumale, Tizi-Ouzou, Fort-National, Djelfa, Bousaada, Laghouat, Ghardaïa.	Staouëli, Boufarik, Teniet-el-Haad, Médéa.
Département d'Oran . .	Nemours, Oran, Tlemcen, Saïda, El-Aricha, Sidi-Bel-Abbès, Géryville, Méchéria.	Cap-Falcon, Tiaret, Aflou.
Département de Constantine	Djidjelli, La Calle, Sétif, Constantine, Guelma, Tébessa, Biskra.	Cap-de-Garde, Sainte-Hélène, Batna.
Tunisie	Bizerte, Tunis, Sfax.	Djerba.

Dans chaque station, les observations sont faites trois fois par jour : à sept heures du matin, à une heure et sept heures du soir ; elles portent sur la pression atmosphérique, les différentes températures (thermomètres sec,

mouillé, maxima et minima), l'humidité relative, la tension de la vapeur, l'évaporation, l'ozone, la direction et la force du vent, la nébulosité, l'état de la mer, la pluie, la neige et la grêle, et sur d'autres remarques diverses relatives à des phénomènes tels que les rosées, les gelées blanches, les brouillards, le siroco, les coups de vent, les étoiles filantes, les bolides, les couronnes et les halos lunaires, les halos solaires, les tempêtes de sable et les tremblements de terre.

Ces observations sont consignées sur un registre minute et sur des bulletins mensuels fournis par le Bureau central d'Alger, et dont les observateurs n'ont plus qu'à remplir les colonnes et à faire les totaux et moyennes qu'elles comportent.

A ce bulletin est joint un résumé mensuel relatant les différentes moyennes de température et de pression avec la date à laquelle se sont produits leur maximum et leur minimum. Sur le verso de ce résumé sont consignées les appréciations relatives à l'agriculture, l'état de la végétation, les dégâts occasionnés par la foudre ou la grêle, les crues de rivières, la variation du débit des sources, les passages d'oiseaux, les apparitions d'insectes, l'état sanitaire de la localité, les épizooties et les maladies des plantes.

En outre, les observateurs des stations de premier ordre adressent chaque matin, entre sept et huit heures, au Bureau central d'Alger, un télégramme résumant les observations des dernières vingt-quatre heures. Afin d'activer la réception de ces télégrammes, le Service météorologique algérien a pu, avec le concours de l'École des Sciences et de la Municipalité d'Alger, procéder, depuis le mois d'août 1886, à l'installation dans ses bureaux d'un appareil télégraphique système Morse.

Huit de ces télégrammes, ceux des stations de Nemours, Oran, Alger, La Calle, Tunis, Sfax, Aumale, Laghouat et Biskra, sont immédiatement réexpédiés au Bureau central météorologique de France, à Paris, qui, en retour, adresse au Bureau central d'Alger trois télégrammes; le premier et le deuxième faisant connaître l'état du temps des principaux ports de l'Atlantique et de la Méditerranée (Valentia, Scilly, Yarmouth, Dunkerque, Gris-Nez, Boulogne, Le Havre, Cherbourg, Saint-Mathieu, île de Groix, île d'Aix, Biarritz, Porto, La Corogne, Lisbonne, San-Fernando, Bilbao, Funchal, Alicante, Barcelone, Palma, Marseille, Toulon, Livourne, Naples, Palerme, Malte); le troisième indiquant la pression barométrique des différents points de l'Europe, qui, combinée avec les pressions des stations algériennes, servent à l'établissement de la carte quotidienne du temps et à la rédaction d'un télégramme qui constitue les avertissements envoyés chaque jour, vers trois heures du soir, aux Chambres de commerce et aux ports suivants du littoral algérien et tunisien, où ils sont affichés. Ces ports sont les suivants : Nemours, Oran, Arzew, Mostaganem, Beni-Saf,

Ténès, Cherchell, Alger, Dellys, Bougie, Djidjelli, Collo, Philippeville, Bône, La Calle, Bizerte, Sfax, Djerba.

Les journaux qui en font la demande reçoivent également les renseignements météorologiques qui peuvent intéresser leurs lecteurs.

Les pressions barométriques indiquées dans les dépêches des stations africaines sont, au fur et à mesure de leur arrivée, réduites à 0° à l'aide des tables Renou, et au niveau de la mer à l'aide de celles de M. Angot, dans lesquelles on tient compte de la température et de la pression à corriger.

Les baromètres en usage sont, pour la plupart, des baromètres Renou, à large cuvette, et les autres des Fortin.

Une étude de chacun de ces instruments faite avec suite, surtout dans les périodes de temps calme, a permis de rectifier un certain nombre d'altitudes de stations sur lesquelles les données officielles faisaient complètement défaut. Il a été possible, par le fait de ces corrections, de tracer de millimètre en millimètre sur le bulletin météorologique quotidien les isobares qui traversent le réseau africain.

L'avantage de ce tracé est de toute évidence, étant donnée la forme de l'Algérie, allongée de l'ouest à l'est, et les cas assez fréquents où aucun des isobares de cinq en cinq millimètres ne recouvrait cette région, ce qui laissait une assez grande incertitude sur la marche des mouvements atmosphériques.

Il n'a pas été publié jusqu'à ce jour de tables des cartes d'isothermes, ce travail exigeant en hiver, par suite des grands écarts de température des différentes localités, un format supérieur à celui du Bulletin quotidien actuel. Néanmoins, dans deux colonnes de ce Bulletin sont indiquées chaque jour les températures minima et maxima de vingt-six stations présentant par leur comparaison un intérêt tout particulier, étant donnée la configuration du relief algérien.

Afin de satisfaire aux demandes fréquentes formulées par des étrangers qui viennent passer l'hiver en Algérie, les températures extrêmes quotidiennes de Nice, Paris, Yarmouth et Stockholm, sont également inscrites au Bulletin.

Cette publication, qui contient un résumé succinct de la situation générale du temps, ainsi que les avis de prévisions aux ports de commerce, porte en outre trois diagrammes obtenus à l'aide d'appareils enregistreurs Richard. Le premier se rapporte au thermomètre sec, le second au thermomètre mouillé ; l'ensemble de ces deux thermomètres constituant le psychromètre enregistreur Richard, et le troisième la marche du baromètre. Les indications de ces appareils s'étendent de midi la veille à midi le jour de la publication.

L'étude de l'humidité de l'air et de la tension de la vapeur est contrôlée

par des observations faites avec l'hygromètre Alluard et les résultats également consignés au Bulletin.

Enfin, l'observation des tremblements de terre qui, jusqu'à présent, s'est faite à l'aide d'un séïsmographe ordinaire pourra s'opérer sous peu avec le séïsmographe de M. Angot, dont l'École des Sciences d'Alger vient de décider l'acquisition, et qui sera installé dans les bâtiments de ladite École.

Le nombre des tirages quotidiens s'élève actuellement à 150 exemplaires. Un exemplaire est affiché à l'Hôtel de Ville, à la Préfecture, au Conseil général, au bureau des Postes et Télégraphes de la place du Gouvernement. Les autres sont adressés aux autorités civiles et militaires, à tous les observateurs, à un certain nombre de docteurs en médecine, à quelques personnes s'intéressant à la météorologie, enfin, à titre d'échange, aux Services météorologiques de France et de l'étranger dont la nomenclature suit : Bureau central météorologique de France, à Paris; Commission météorologique de l'Hérault, à Montpellier; Société languedocienne, à Montpellier; Commission météorologique des Pyrénées-Orientales, à Perpignan; Bureau central météorologique de Bruxelles; Observatoire météorologique de Lisbonne; Signal Office de Washington; Institut météorologique de Copenhague; Bureau central météorologique de Rome; Bureau météorologique de la Deutsche Seewarte, à Hambourg; Bureau central météorologique de Bavière, à Munich; Observatoire physique de Saint-Pétersbourg; Observatoire del Real Collegio Carlo Alberto, à Montcalieri; Institut météorologique de Vienne (Autriche); Observatoire météorologique de Mexico; Office of Meteorological reporter, à Calcutta et à l'Observatoire météorologique de Tokëi (Japon).

Le réseau météorologique africain a été complété par la réorganisation des stations de Tunis et de Sfax et par la création de deux autres stations à Bizerte et à Djerba. Le Bureau central d'Alger doit au concours empressé de M. Machuel, Directeur de l'enseignement public en Tunisie, l'installation et le bon fonctionnement des stations de la Régence.

Le prolongement du réseau vers le sud, commencé par la création récente des postes de Méchéria et Ghardaïa, serait de la plus haute importance pour l'étude des mouvements atmosphériques qui se produisent dans les régions sahariennes et dont l'influence sur la marche du temps dans l'Afrique du nord est incontestable.

Il serait donc à désirer, pour augmenter le degré de probabilité des prévisions météorologiques, que les dépressions atmosphériques de ces régions soient attentivement surveillées et signalées télégraphiquement. Aussi le Bureau central d'Alger n'attend-il que le moment où le service des dépêches soit étendu, par exemple à Ouargla et à Tuggurt, pour y installer des stations de premier ordre.

Un réseau pluviométrique, créé en 1885, se compose des principales

communes de l'Algérie qui ont voté l'achat d'un pluviomètre et qui doivent adresser chaque mois au Bureau central d'Alger, avec la quantité de pluie recueillie, les observations se rapportant principalement à l'agriculture.

Enfin, l'observation des orages, de la grêle et des dégâts qui peuvent en être la conséquence, est faite par un assez bon nombre d'instituteurs des trois départements, qui, chaque fois que ces phénomènes se produisent, en relatent les détails sur des imprimés fournis à cet effet.

Ces derniers renseignements, joints à ceux dont il est parlé plus haut, sont publiés dans un Bulletin mensuel dont chaque commune reçoit un exemplaire.

L'établissement de la carte des pluies et de celle des grêles tombées en Algérie dans le cours des dix dernières années vient d'être achevé et complète avec une certaine précision les données nécessaires à la connaissance de l'état climatologique de la colonie.

M. THÉVENET

Directeur du Service météorologique algérien, Professeur à l'École supérieure des Sciences, à Alger.

SUR LES TENDANCES DES ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EN UN LIEU DONNÉ ET A UN INSTANT DONNÉ

— *Séance du 3 avril 1888* —

L'auteur de cette communication croit devoir appeler l'attention des météorologistes sur les équations générales de l'hydrodynamique. Si l'on prend pour axes de coordonnées trois droites dirigées respectivement vers l'est, le nord et le zénith, et si l'on désigne par u, v, w les composantes de la vitesse du vent estimée respectivement suivant ces trois directions et par p la pression en un point quelconque x, y, z de l'atmosphère, les équations dont il s'agit contiennent les éléments suivants :

1° Les dérivées partielles $\frac{dp}{dx}$, $\frac{dp}{dy}$, $\frac{dp}{dz}$, qui ne sont autre chose que ce que l'on appelle en météorologie des gradients et qui peuvent être considérées comme données par l'observation, tout en remarquant que le gradient $\frac{dp}{dr}$ relatif à la direction verticale exigerait un mode tout particulier d'évaluation.

2° Les dérivées partielles $\frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}, \ldots\ldots \frac{dv}{dx}, \ldots\ldots$ qui peuvent être considérées comme des sortes de gradients de vitesses. Pour les obtenir approximativement, il faudrait observer en un grand nombre de points d'un réseau la vitesse et la direction exactes du vent, en déduire les composantes et, de la comparaison de ces composantes aux différents points du réseau, conclure par exemple approximativement $\frac{du}{dx}$, c'est-à dire ce dont s'accroît la composante Est par unité de longueur parcourue dans cette direction. On agirait de même pour les autres dérivées partielles.

3° Les dérivées $\frac{du}{dt}, \frac{dv}{dt}, \frac{dw}{dt}, \frac{dp}{dt}$, etc..... Or, que signifie $\frac{du}{dt}$ si ce n'est la rapidité plus ou moins grande avec laquelle la composante Est tend à augmenter ou à diminuer, suivant le signe et la valeur de cette dérivée? Il en est de même des autres dérivées qui expriment pour ainsi dire les *tendances* des éléments météorologiques au point x, y, z et à l'époque t où ont eu lieu les observations simultanées.

Si maintenant on connaît les forces appliquées réellement aux molécules de l'atmosphère, ainsi que les forces fictives qu'il faut introduire, si l'on veut tenir compte du mouvement de la terre ; si, en outre, l'observation a donné, non seulement les valeurs actuelles des fonctions u, v, w, p, etc., mais encore leurs dérivées ou gradients respectifs, il sera possible de déduire des équations fondamentales les dérivées $\frac{du}{dt}, \frac{dv}{dt}, \frac{dw}{dt}$ et $\frac{dp}{dt}$ ou de dire avec certitude si le vent va tourner à l'est ou à l'ouest, au nord ou au sud, et si la pression va croître ou décroître, au moins pendant un certain temps après les observations simultanées.

En résumé, on pourra, selon nous, faire de *la prévision à coup sûr* et à courte échéance, quand l'observation exacte des vents et de la pression permettra de connaître non seulement les fonctions u, v, w et p, mais encore leurs dérivées approximatives $\frac{du}{dx}, \ldots\ldots \frac{dp}{dx} \ldots\ldots$ Il faudrait même, si l'on voulait tenir compte du frottement, essayer de déduire de l'observation les dérivées secondes approchées des fonctions u, v, w.

En somme, il nous semble que la météorologie devrait diriger ses efforts vers l'étude aussi rigoureuse que possible de la vitesse et de la direction du vent, non seulement à la surface du sol, mais encore à une certaine hauteur, par l'observation rigoureuse de la marche des nuages ou de flotteurs aériens quelconques.

M. Émile RIVIÈRE

A Paris.

DÉCOUVERTE D'UN NOUVEAU GISEMENT QUATERNAIRE SUR LES BORDS DE LA VÉZÈRE L'ABRI PAGEYRAL

— *Séance du 30 mars 1888* —

I

Dans les premiers jours du mois d'octobre de l'année dernière, le Congrès de Toulouse terminé, je me suis rendu à Tayac, désireux d'étudier les gisements bien connus des bords de la Vézère, tels que Cro-Magnon sur la rive gauche, Laugerie-Haute, Laugerie-Basse et Gorge-d'Enfer sur la rive droite. Après des fouilles fructueuses encore dans ces diverses stations, malgré le grand nombre de savants qui les ont explorées, j'ai eu la bonne fortune de découvrir, dans une propriété appartenant à M. Auguste Mercier Pageyral, ancien élève de l'École polytechnique, et sur les indications qu'il a bien voulu me fournir, le nouveau gisement de l'âge du Renne, sur lequel je vous demande la permission d'appeler pendant quelques instants votre bienveillante attention.

II

Cette station, réellement quaternaire, paraît considérable, tout au moins par son étendue, et, je le crois aussi, par les résultats qu'elle me donnera, — je dis « *parait* », car il ne m'a pas encore été permis de lui consacrer tout le temps qu'elle nécessite, — M. Pageyral ayant eu la gracieuseté de m'en réserver exclusivement le droit de fouille. Elle est située à deux kilomètres environ de Cro-Magnon, en remontant le cours de la Vézère, c'est-à-dire à quelques centaines de mètres au-dessus du bac qui met en communication ses deux rives, soit donc en face d'une petite île nommée l'île de Malaga, ou mieux en face du village de Mas, lequel dépend de la commune de Saint-Cyprien (Dordogne).

Elle constitue un véritable abri protégé par la paroi d'un énorme rocher, le rocher Delluc, qui le surplombe.

C'est là que, conduit par le garde de M. Pageyral, et avec l'aide de deux habitants du pays, armés de pelles et de pioches, j'ai commencé les fouilles, dont les résultats démontrent qu'à l'époque du Renne, l'homme a

vécu sous cet abri, de même qu'il vivait dans les stations voisines de Laugerie, de Cro-Magnon, des Eyzies, de Gorge-d'Enfer, etc.

Cet abri, que j'appellerai l'*abri Pageyral*, du nom de son propriétaire, qui m'a si gracieusement autorisé à l'explorer à fond et sur toute son étendue, s'étend, par une pente douce, de la paroi rocheuse aux champs la séparant de la route qui longe la Vézère. Le sol forme le dos d'âne, de telle sorte que l'altitude en est un peu plus grande vers la partie moyenne que sur les côtés.

Après avoir étudié avec soin l'emplacement de la station proprement dite, j'ai pratiqué plusieurs sondages en différents points, pour m'arrêter définitivement à peu près au niveau de la partie la plus déclive, et y pratiquer moi-même, la pioche en mains, ainsi que mes hommes, une exploration minutieuse.

C'est ainsi que j'ai fait une première tranchée, dirigée perpendiculairement au rocher, de 3m75 de longueur sur 1m60 de largeur et 1m45 de profondeur.

Sous une couche de terre végétale mêlée de pierrailles, d'une épaisseur de 25 à 30 centimètres, j'ai rencontré un foyer parfaitement caractérisé par les divers objets que j'y ai trouvés mêlés à de la cendre et à des matières charbonneuses, c'est-à-dire des dents, des os, quelques coquilles terrestres et de nombreux produits de l'industrie de l'homme, tels que silex et os taillés, dont voici d'ailleurs l'énumération :

Faune

La faune est peu variée, du moins jusqu'à présent; elle ne comporte qu'un petit nombre d'espèces animales, ce sont :

1° Vertébrés

A. — Mammifères.

Carnassiers. — Le Renard, *Canis vulpes;* le Chacal, *Canis aureus.*
Pachydermes. — Le Sanglier, *Sus scrofa fossilis.*
Ruminants. — Le Renne, *Cervus tarandus;* le Cerf élaphe, *Cervus elaphus;* le Chevreuil, *Cervus capreolus;* un Bœuf, non adulte, mais jeune encore, peut-être le *Bos primigenius.*

B. — Oiseaux.

Oiseaux de proie diurnes. — Le Milan royal, *Falco milvus.*
Gallinacés. — Un Faisan, *Phasianus* ...... (1).

2° Invertébrés

Mollusques. — Ils sont représentés par plusieurs coquilles appartenant au genre Hélix, l'*Helix nemoralis.*

(1) *Marcel de Serres* cite également des ossements de faisans dans la caverne de Bize.

INDUSTRIE PRIMITIVE

Les divers objets fabriqués par la main de l'homme, et que j'ai trouvés dans les foyers de l'Abri Pageyral, sont absolument caractéristiques de l'époque magdalénienne.

Ce sont :

A. Objets en os. — 1° Un poinçon double, non cylindrique, mais de forme aplatie et présentant deux faces, l'une légèrement bombée et divisée longitudinalement par une arête mousse; l'autre plane, voire même, à la partie moyenne, légèrement concave et comme creusée en gouttière. Ses bords sont mousses. L'une de ses pointes est intacte, l'autre est brisée tout près de son extrémité. Cette pièce, bien conservée en somme, mesure 49 millimètres de longueur sur 8 de largeur dans sa partie médiane (fig. 7).

2° Une sorte de lame en os très curieuse, assez mince, se terminant, d'une part, par une pointe mousse et arrondie; de l'autre, par une extrémité cylindrique brisée, destinée soit à être emmanchée, soit à servir elle-même de manche si, étant entière, ses dimensions étaient suffisantes. La forme de cet instrument est celle d'une pointe de lance ou d'un coupe-papier, et son authenticité, comme ancienneté, paraît des plus contestables. Plusieurs membres de la Société d'anthropologie de Paris et notamment MM. Cartailhac et Gabriel de Mortillet, auxquels j'ai montré cette pièce, la considèrent comme certainement fausse. Or, elle aurait été trouvée tout près de l'endroit même où j'ai fait mes premières fouilles, par un des enfants du pays, qui l'a remise à M. A. Pageyral, lequel a eu l'obligeance de me la faire parvenir immédiatement.

B. Silex taillés. — 1° Une très jolie flèche, absolument intacte, en silex brun rougeâtre, à pointe des plus fines, de forme triangulaire, présentant deux encoches latérales : l'une à droite, l'autre à gauche; une face supérieure légèrement bombée, couverte de retouches extrêmement fines; une face inférieure plane, sans aucune retaille, si ce n'est au bord inférieur ou base qui est taillée pour ainsi dire en biseau. Ce bord, long de 17 millimètres, est extrêmement coupant et simule un tranchant transversal (fig. 11).

2° Un assez grand nombre de lames, les unes entières, les autres brisées. Quelques-unes ont subi manifestement l'action du feu. L'une des plus belles, en silex blond (fig. 8), est entière, à pointe intacte, aux bords d'un fil des plus coupants et dépourvus de toutes retouches. Elle mesure 104 millimètres de longueur sur 21 dans sa partie la plus large.

3° Deux grattoirs, l'un à peine ébauché, l'autre très bien fait (fig. 9), entier, retaillé sur tous ses bords, sauf au niveau de la base. Il mesure 56 mil-

limètres de longueur sur 27 de largeur au niveau de son extrémité antérieure.

4° Plusieurs burins destinés certainement à la gravure sur os (fig. 10), bien que jusqu'à présent je n'aie trouvé encore aucun os ou bois de cervidé gravé.

5° Un certain nombre de pointes plus ou moins bien conservées, de formes diverses, entières ou brisées et de différentes dimensions.

6° Plusieurs percuteurs tout à fait incontestables et quelques nucléi.

7° Enfin, de nombreux éclats ou rebuts de taille, ainsi que des armes et des outils ébauchés.

Tels sont, avec un grand nombre de diaphyses osseuses, absolument indéterminables, brisées et fendues longitudinalement, soit pour en extraire la moelle, soit dans l'intention aussi d'en faire des armes ou des instruments, tels sont, dis-je, les résultats des premières fouilles que j'ai faites à l'Abri sous roche de Pageyral. J'ai ajouté, dans cette nomenclature, quelques objets et ossements trouvés depuis lors au même endroit par M. Pageyral lui-même. Ces fouilles, je compte les reprendre dès le printemps prochain. et j'espère les mener complètement à bien en les poursuivant par moi-même et avec les ouvriers nécessaires.

Bref, de par son industrie, la station quaternaire ou Abri sous roche de Pageyral appartient à la même époque archéologique que les stations voisines de Cro-Magnon et de Laugerie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

(Toutes les pièces sont dessinées de grandeur naturelle.)

1. *Canis aureus.* — Cubitus droit.
2. *Sus scrofa fossilis.* — Portion de maxillaire inférieur gauche.
3. *Canis vulpes.* — Cubitus d'un animal très jeune.
4. *Falco milvus.* — Cubitus gauche.
5. *Phasianus.* — Première phalange.
6. *Cervus tarandus.* — Dent molaire de la mâchoire inférieure.
7. Poinçon en os presque entier.
8. Très belle lame en silex blond.
9. Grattoir en silex brun.
10. Burin en silex noir.
11. Pointe de flèche en silex avec double encoche latérale.

M. POMEL

Directeur de l'École supérieure des Sciences, à Alger.

LE SUESSONIEN A NUMMULITES ET A PHOSPHORITES DES ENVIRONS DE SOUK-ARRAS

— *Séance du 30 mars 1888* —

La première station du railway de Tunis, au delà de Souk-Arras, est Tarja, sur le bord de la Medjerda, au pied occidental du Djebel bou Quebch. Cette montagne est entourée de tous côtés par les conglomérats geysériens, dont il est question dans une note précédente ; ces derniers s'élèvent presque jusqu'à mi-flanc des premiers reliefs, renfermant des blocs épars des roches sur lesquelles ils s'appuient. Ces premières roches sont des calcaires gris, plus ou moins criblés de nummulites du type de la *planulata*, en bancs bien lités sur une quarantaine de mètres d'épaisseur, marqués à peu près vers le milieu de quelques lits plus marneux, où l'on rencontre des moules de gastéropodes et de lamellibranches. Le substratum est invisible et le sommet de la colline montre une assez faible épaisseur de marnes jaunâtres qui, sur la plate-forme, sont intercalées de deux ou trois bancs de calcaire grumeleux, plus ou moins phosphatés, que l'on voit se développer comme un ruban sur les surfaces dénudées, avec des ondulations qui indiquent des mouvements semblables dans l'allure de la stratification.

Si l'on se dirige vers le sud pour s'élever sur un kef couronné d'un marabout, dominant le grand coude de la Medjerda au confluent de l'Oued Sidi-Ali-ben-Brahim, on trouve, au contact des calcaires et des marnes, un lit où les nummulites sont faciles à dégager d'une couche marneuse et criblée plus ou moins de grumeaux et nodules phosphatés. Si on descend sur le versant qui regarde le sud, on passe sur les tranches escarpées des calcaires à nummulites, sur lesquels on voit affleurer des bancs tachetés de grains verdâtres marno-calcaires rognoneux, ou remplis de nodules qui paraissent être pour la plupart des coprolithes ; on y observe quelques dents de poissons. Leur puissance paraît atteindre huit à dix mètres. On a constaté depuis par fouille qu'ils reposent sur une formation argileuse sous le revêtement de conglomérat geysérien qui masque les couches inférieures. Si l'on remonte l'Oued Sidi-Ali-ben-Brahim, après un pli de terrain occupé par le conglomérat qui, ici, s'élève presque jusqu'au bord de la plate-forme éocène, on voit affleurer des grès glauconieux en gros

bancs, plus ou moins tendres ou rigides, qui ont une grande puissance et se relèvent vers l'est pour aller constituer les sommets du Djebel bou Quebch, au moins dans sa partie méridionale, et passer ensuite sous les calcaires nummulitiques des crêtes. Ces grès sont certainement inférieurs aux couches glauconieuses à nodules qui forment le substratum des calcaires à nummulites. On y trouve des pecten et janires tous remarquables par les lamelles strigiliformes serrées de leur surface.

Il résulte de ces observations que les phosphorites découvertes par M. Wetterlé constituent deux couches entre lesquelles est comprise la masse du calcaire nummulitique et que c'est la couche inférieure qui est la plus puissante et en même temps la plus riche en phosphate tribasique. La présence du calcaire à inocérame de la craie supérieure à une faible distance sur la rive opposée de la Medjerda, où il a été traversé par un tunnel du chemin de fer, indique qu'il forme le substratum du massif éocène du Djebel bou Quebch, sans qu'on puisse observer le contact même des deux terrains.

Dans la carte provisoire au $\frac{1}{800.000}$ de l'Algérie, Tissot avait considéré les grès et les marnes du Djebel bou Quebch comme appartenant au miocène inférieur, considérant comme seulement suessoniens les calcaires à nummulites, qui leur sont incontestablement intercalés. La surface occupée par la formation miocène sera dans cette région considérablement diminuée et réduite à quelques lambeaux de l'étage helvetien.

Le Djebel Dekma est une grosse masse qui culmine (1118 mètres) au-dessus des montagnes voisines, à sept à huit kilomètres au sud-ouest de Souk-Arras. Le sommet est constitué par un calcaire blanc très lardé de nummulites, qui est fortement plié en voûte, dont le sommet vers l'ouest s'est largement effondré. Les escarpements vers le sud, qui en sont résultés, présentent les tranches de ces calcaires sur environ quatre-vingts mètres de hauteur; au-dessous est un niveau de marnes grumeleuses à phosphates, semblables à celles du Tarja; on ne voit pas au-dessous les grès glauconieux à pecten, qui sont peut-être masqués par les éboulis et les débris et portions des couches supérieures. Vers le sud, les couches calcaires, plus arasées sur leurs tranches, plongent très fortement et paraissent même, en certains points, surplomber; le lit le plus supérieur se présente en quelques points comme une muraille qui serait fendue et gercée et contient de nombreux nodules de phosphates et des dents de squales, et le tout se présente comme un placage dont on ne se rend pas bien compte de la disposition au premier abord.

Ce banc à phosphate de chaux est recouvert par des marnes d'un gris jaunâtre assez puissantes, au moins cinquante mètres, contenant des huîtres, dont une me paraît être la *multicostata*, ou une variété, et une autre très grande, allongée et médiocrement épaisse, qui me paraît indéterminée; des

bancs marno-gréseux, alternant sur quelques mètres d'épaisseur, renferment encore plus ou moins abondamment des nodules phosphatés : c'est le gisement du *Thagastea* ; il y a quelques coquilles de gastéropodes et de lamellibranches à l'état de moules ; ces couches sont fortement inclinées vers le sud et parfois disloquées. Elles sont recouvertes par des marnes très puissantes, semblables aux autres, et contenant l'huître costulée. D'autres petits bancs à grumeaux paraissent constituer encore un autre niveau plus élevé avec *Thagastea*; mais les glissements argileux ne permettent pas de juger clairement leurs relations. Cependant, lorsqu'on examine l'extrémité orientale de la montagne, on y reconnaît que les couches se moulent plus ou moins régulièrement sur la surface arrondie et très inclinée et qu'elles y tracent quelques alternances, mises à nu par les ravinements. Cet ensemble ne peut être apprécié, même approximativement, dans sa puissance, à cause des ondulations et des dislocations qu'il a subies ; mais elle doit être considérable.

Tout le flanc septentrional en est constitué presque jusqu'au sommet, et les couches, après avoir contourné le cap montagneux, continuent à être fortement inclinées vers le nord, en sens contraire de ce qu'on les voit sur l'autre versant. Sur la rive droite de la Medjerda et au bas des pentes, on voit apparaître des bancs de grès qui reposent sur les marnes et en prennent toutes les allures ; on y remarque quelques fossiles, une cardite entre autres, et une sorte de mince lumachelle de valves de petits balanes fortement et finement striées.

On voit distinctement se profiler vers l'ouest le relèvement de ces bancs sur le flanc du Djebel Dekma, et on peut se convaincre qu'ils ne sont que les premières assises d'une puissante formation de grès, qui se développe sur la rive gauche de la Medjerda, en amont du moulin Deyron et en continuant à plonger vers le nord. Les bancs les plus supérieurs ont seuls montré quelques traces de fossiles et ce sont les valves finement striées de balanes qui dominent, de manière à affirmer l'identité de formation avec les couches inférieures et une liaison très intime avec les marnes et calcaires marneux à *Thagastea*, ils constituent la partie supérieure du même ensemble et en sont inséparables en raison de la concordance de stratification. Ces grès sont en gros bancs, bien lités, presque sans intercalation argileuse, gris-brun ou un peu rougeâtres extérieurement, mais blancs en dedans et s'égrenant souvent très facilement en sable sous le choc du marteau.

Sur la carte au $\frac{1}{800.000}$, Tissot avait compris dans la miocène les marnes et les bancs à *Thagastea*, qui sont certainement les équivalents de ceux qui recouvrent les calcaires à nummulites du Djebel bou Quebch, et les grès qui les recouvrent ont naturellement subi le même sort. Ces couches supérieures paraissent manquer au Tarja ; mais la partie orientale du bou

Quebch n'a pas été assez explorée pour qu'on puisse affirmer qu'il n'y en a pas quelque représentant.

A l'extrémité orientale du versant sud du Djebel Dekma, au Recba-el-Bidah, est un ilot de càlcaire blanc très semblable au calcaire à inocérames, mais il ne renferme pas de ces fossiles; il pourrait être le substratum des marnes avec bancs grumeleux à *Thagastea*, et, peut-être, n'est-ce que le représentant plus développé de calcaires marneux fissiles, qui affleurent, en certains points, entre la partie supérieure des nummulites et les bancs marno-sableux inférieurs à *Thagastea* et sont en apparence des lentilles incluses dans les marnes. Il y a là un petit problème stratigraphique à résoudre par des études de détail pour lesquelles le temps a manqué.

Les nummulites, très fréquentes dans les calcaires, ont une grande analogie avec *N. planulata* sans lui être identiques; elles varient, du reste, beaucoup dans le rapprochement et la régularité des tours et, lorsqu'on a examiné un grand nombre d'échantillons, on reste très perplexe sur l'attribution à des types déjà décrits. Il ne m'a pas paru qu'il y ait de différence entre celles de la base et celles du sommet du groupe calcaire; mais, dans cette dernière partie, on trouve rarement une espèce bien plus grande, très plate, à facies de *N. Vicairii*; on y remarque aussi l'huître désignée souvent comme *multicostata*. Il ne me paraît pas possible d'attribuer ces calcaires à deux étages différents.

La coupe qui a été donnée du nummulitique du Kef par M. Roland, présente assez peu d'analogie avec celles que je viens de détailler. Là, le substratum des bancs à phosphates est une marne argileuse et non un grès glauconieux; ces couches à phosphates, au lieu de supporter directement les calcaires à nummulites, en sont séparées par des calcaires à térébratulines; puis les deux horizons de calcaires à nummulites sont séparés par des marnes et calcaires grossiers, plus puissants que les marnes, qui à Tarja sont intercalées dans ces calcaires. Je serais bien tenté d'assimiler cependant ces deux horizons de nummulites des deux localités, mais je ne saurais, dans ce cas, rapporter le supérieur à un autre étage. Au Kef, on ne trouve pas de représentant des marnes et calcaires marneux à *Thagastea*, à moins qu'ils n'aient été confondus avec le miocène, comme l'avait fait Tissot pour Tarja et Dekma.

Il y aurait un peu plus d'analogie avec le terrain suessonien du sud de Bérouaguia, au delà de Médéah, où l'on trouve une puissante formation de grès avec alternances argileuses au-dessus des calcaires à nummulites, qui ne paraissent pas différer par leurs espèces de ceux de Souk-Arras. Mais les grès sont surtout prédominants immédiatement au-dessus des nummulites et n'en sont pas séparés par les marnes et calcaires marneux à *Thagastea*, dont la puissance indique que ce n'est pas un élément négli-

geable, au contraire ; ils se terminent par une épaisse assise d'argiles à *Ostrea strictiplicata* que surmonte un niveau très élevé de calcaire à nummulites, qu'il est encore bien difficile de distinguer de la *planulata*. Toute cette partie de la formation manque à Souk-Arras.

Au-dessous du calcaire nummulitique inférieur, qui, à Birin, renferme le *thersitea ponderosa* du Dyr de Tébessa, on trouve encore des grès, des marnes gréseuses et des marnes à nautile (voisin du *N. Forbesii* de l'Inde), à *thersitea strombiformis*, *schizaster Nicaisii*, des pecten et janires à surface strigilée ; mais, au lieu d'être placés sous les couches phosphatées et à dents de squales, ils sont au-dessus, intervertissant ainsi la série des assises, et de plus on trouve encore au-dessous un horizon de marnes et argiles à silex, qui recouvrent une épaisse formation de marnes séléniteuses très délitescentes, dont le représentant paraît manquer au Tarja. Au contraire, cette partie inférieure se trouverait représentée dans la coupe du kef avec cette différence que les silex n'y sont pas signalés au-dessus des marnes et que les bancs à phosphates (renfermant des térébratulines, comme au sud de Médéah) sont plus calcaires et que ceux qui les séparent des bancs à nummulites sont encore calcaires, non gréseux, ni marneux et beaucoup moins puissants.

Les terrains nummulitiques de la région entre Boghar et Aumale présentent encore, au-dessus des bancs nummulitiques supérieurs, une puissante formation de grès discordant nettement avec les formations inférieures, dans lesquels M. Pierredon, géologue attaché au service de la carte géologique de l'Algérie, a découvert l'*Echinolampas Clypeolus* qui dans la région de Bel-Abbès abonde, avec un clypeaster et une scutelle, dans des calcaires à mélobésies en société d'une grande nummulite à facies de *complanata* et de *Gizehensis ;* cela permet de séparer nettement cette formation nummulitique en un étage spécial plus récent que celui du nummulitique suessonien, très franchement discordant avec lui. Mais on pourrait encore se demander s'il est de formation immédiatement postérieure, ou si, au contraire, il n'y a pas une lacune interposée.

En effet, le Tell algérien présente une bande de calcaires nummulitiques plus ou moins discontinus, qui commence près de Jemmapes et finit près de Ténez, dans laquelle rien de semblable à ce qui se voit à Bel-Abbès n'apparaît et pour laquelle la découverte du *N. lævigata*, dès la couche inférieure, ne permet de comparaison qu'avec le calcaire grossier. Il y a une grande homogénéité dans la composition lithologique de cette bande d'une extrémité à l'autre pour ses parties inférieures.

M. Ficheur, dans son exposé de la structure du Djurjura, fera connaître pour cette région une série indépendante, encore supérieure à celle du *N. lævigata*, mais qui lui reste encore en quelque sorte adhérente et superposée, tandis que nulle part cette formation éocène moyenne ne se trouve

en relation avec la bande suessonienne des plateaux et que, partout, elle lui est transgressive ; (ce qui, à mon avis, serait une forte présomption pour que les grès supérieurs de Boghari et les calcaires mélobésiens de Bel-Abbès dussent même être considérés comme suessoniens, ou pour mieux dire, inférieurs au calcaire grossier parisien, malgré que cela doive présenter des difficultés sérieuses dans l'absence de case libre en ce point dans nos classifications). Cette série, qui renferme des nummulites *exponens*, est du reste bien indépendante d'une autre série qui la recouvre en complète discordance, qui renferme également de petites nummulites peu connues et des fucoïdes caractéristiques du ligurien : chondrites *Targioni* et *intricatus*.

Au contraire des deux autres formations, celle-ci s'étend sur les régions occupées par les deux parties plus anciennes, surtout dans la région du Tell et sur les plateaux de Numidie, de la Sitifienne et s'étend dans la Mauritanie césarienne jusqu'au delà d'Aumale et près de Blidah.

En résumé, le suessonien de Souk-Arras, si intéressant par les phosphates découverts par M. Wétterlé, ne l'est pas moins par le type particulier de structure géologique, qui s'ajoute aux autres faits acquis pour témoigner que cette formation est assez peu homogène dans ses détails et qu'elle revêt de nombreux faciès locaux.

M. FICHEUR

Préparateur de Géologie à l'École des Sciences d'Alger.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA CHAINE DU DJURJURA

— Séance du 31 mars 1888 —

La chaîne du Djurjura est la plus remarquable, sinon la plus importante des crêtes montagneuses de l'Algérie. Placée à la limite d'un pays longtemps insoumis et d'un abord difficile, elle a tenté les regards des géologues avant de pouvoir les satisfaire, et chacun des premiers exploraeurs n'a pu en retirer que des observations incomplètes. *Nicaise*, qui a traversé la chaîne en plusieurs points, a laissé une indication importante (1) sur l'extension des calcaires jurassiques, mais l'hypothèse qu'il a émise sur la présence de dépôts paléozoïques doit entièrement disparaître,

(1) Nicaise, *Catalogue des animaux fossiles de la province d'Alger*. — Alger, 1870.

ainsi que je le montre plus loin. N'oublions pas que c'est à *M. Letourneux*, cet infatigable et heureux investigateur, qu'est due la découverte du premier fossile déterminable, qui a servi à fixer l'âge de la série la plus importante de la chaîne.

Chargé par MM. Pomel et Pouyanne, directeurs du Service géologique de l'Algérie, de dresser la carte de la Grande Kabylie, j'ai pu heureusement, depuis 1884, poursuivre mes recherches dans toute l'étendue de cette région. L'appui toujours bienveillant que j'ai trouvé dans la haute compétence de M. Pomel, dont je m'honore d'être l'élève, m'a permis d'aborder des questions ardues et de mener à bien mon travail. J'ai consacré au Djurjura deux étés, 1884 et 1886, et, pendant les mois de juillet, août et septembre, j'ai pu traverser ces crêtes, inabordables en toute autre saison, par tous les passages pratiqués des indigènes : les difficultés matérielles m'ont été aplanies par l'empressement dévoué que j'ai rencontré chez les administrateurs de Fort-National et du Djurjura, M. Sabatier, aujourd'hui député d'Oran, et M. Renoux, aujourd'hui administrateur de la commune de Remchi.

Je ne puis tenter ici une description même partielle ; je me propose seulement d'exposer les résultats de mes recherches et de tracer à grandes lignes la constitution géologique de la chaîne.

§ 1. — APERÇU GÉOGRAPHIQUE.

La chaîne du Djurjura s'étend au sud de la Grande Kabylie, à laquelle elle forme une barrière infranchissable pendant la plus grande partie de l'année, séparant du Tell algérien ce pays si remarquable tant par son pittoresque que par l'organisation et les mœurs de ses habitants. Son étendue est d'environ 60 kilomètres, de Tizi (col) Djaboub, à l'ouest (1,150^m), à Tizi-n'Chria (1,231^m), à l'est. Elle est constituée par deux lignes de crêtes. La principale s'étend dans une direction à peu près constante, O. 10° S. à E. 10° N. de Tizi-Djaboub au ravin de Tirourda, sur 40 kilomètres; c'est la partie la plus remarquable et la plus grandiose ; son altitude moyenne est de 2,000 mètres à l'ouest et au centre ; elle s'abaisse vers l'est, en se maintenant à une altitude de 1,600 mètres; les points culminants sont : à l'ouest, le Tamgout-Haïzeur (2,123^m) ; au centre, l'Akouker (2,250^m) ; à l'est, l'Azerou-Tidjer (1,697^m).

La deuxième ligne, un peu au sud, reliée à la précédente par le col (*Tizi n'Kouilal*) (1,578^m), ne commence réellement à l'ouest qu'au Tamgout (pic) de Lella-Khedidja (2,308^m), point culminant de la chaîne, et se continue vers l'est par une crête de 1,900 mètres d'altitude moyenne, surplombant la première jusqu'au col de Tirourda (1,760^m). Puis elle forme la chaîne coupée par la dépression du col de Chellata (1,476^m), en s'abaissant peu à peu vers l'est. Les points culminants de cette partie sont :

l'Azerou-n'Tohor (1,823m), le Tizibert (1,723m), l'Azerou-Beni-Zikki (1,707m), Cette deuxième chaîne se dirige E. 28° N.

Les contreforts, sur le versant nord, sont très courts dans la partie occidentale et s'abaissent rapidement sur une dépression de 400 à 500 mètres d'altitude; dans la partie orientale, ils se rattachent à la série de crêtes qui forment le massif kabylien, d'une altitude de 900 à 1,200 mètres.

Au sud, les contreforts, presque tous perpendiculaires à la chaîne, s'abaissent sur la vallée de l'Oued Sahel, dont l'altitude n'est que de 350 à 500 mètres, à une distance moyenne de 12 kilomètres.

Les passages sont peu nombreux; une seule route, faite pour devenir carrossable, conduit de Fort-National à Beni-Mansour par le col de Tirourda.

Les formations géologiques, qui constituent les crêtes du Djurjura, se rapportent à deux séries : les terrains jurassiques et les terrains éocènes. J'examinerai successivement les caractères de ces deux séries de dépôts.

§ II. — FORMATIONS JURASSIQUES.

Il est nécessaire d'indiquer avant tout, que le plateau ou massif kabylien, au nord de la chaîne, est entièrement constitué par des terrains azoïques, gneiss, micaschistes, schistes talqueux, calcaires cristallins, et qu'il n'a été rencontré dans la région aucune formation intermédiaire à cette série et aux terrains jurassiques. Les dépôts de l'époque jurassique appartiennent à plusieurs étages.

ÉTAGE INFÉRIEUR A. — *Calcaires compacts (lias).*

L'étage inférieur, dans lequel il me paraît difficile d'établir des divisions stratigraphiques, se compose d'une manière générale de calcaires compacts, à grain fin, généralement durs, parfois marmoréens, de couleur blanche ou grisâtre, quelquefois violacée ou rosée, traversés de nombreux filets de carbonate de chaux. Dans quelques bancs, le calcaire est fortement imprégné de silice gris noirâtre; de place en place, on rencontre de véritables accumulations de rognons siliceux, noirs dans la masse, jaunâtres à la surface, affectant des formes diverses et se montrant en relief sur les surfaces corrodées. M. Pomel attribue ces concrétions siliceuses à des spongiaires. A la partie supérieure, le calcaire devient un peu marneux et plus friable, mais cette assise est irrégulière et a disparu de toutes les surfaces restées libres.

La stratification est difficile à discerner dans ces accumulations rocheuses; ce n'est qu'à distance que les grandes lignes se dessinent et qu'il devient possible de reconstituer l'allure de ces couches. La meilleure

coupe, et la plus facile à suivre, est donnée par la montée du col de Tirourda, suivant la route du nord au sud :

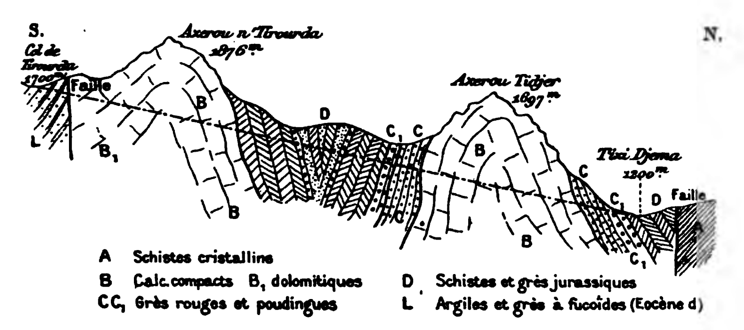


Fig. 1. — Montée du Col de Tirourda (Versant nord).
—.—.—.—.—.—.— Route du Fort-National à Beni-Mansour.
Échelles des longueurs $\frac{1}{60.000^e}$; des hauteurs $\frac{1}{30.000^e}$.
Les coupes 1 à 5 sont à la même échelle.

L'Azerou-Tidjer est formé par un pli anticlinal de ces calcaires, redressés sur le flanc sud jusqu'à la verticale. Les flancs de l'Azerou-n'Tirourda ramènent ces mêmes calcaires avec un nouveau plissement; sur la pente opposée, ces calcaires passent à des calcaires dolomitiques, qu'il est difficile de séparer de la masse, dont ils représentent une modification locale et très restreinte, probablement produite par métamorphisme.

Dans cette succession, les assises semblent se prêter à une division pétrographique, d'après l'aspect et la dureté des calcaires, la présence de lits siliceux, etc.; mais l'absence de documents paléontologiques pour caractériser des niveaux successifs et surtout l'impossibilité de suivre ces assises de proche en proche ne permettent pas d'établir de séparation dans ces calcaires.

La puissance de cette série ne peut pas être évaluée à moins de 250 mètres.

Les rares fossiles déterminables, qui aient été rencontrés, assignent à ces calcaires une place dans la formation du lias; les débris se trouvent surtout dans les parties marneuses supérieures, mais on rencontre à différents niveaux des fragments d'Ammonites, de Bélemnites, de Pentacrines, de Rhynchonelles, etc., peu déterminables.

Malheureusement, malgré d'incessantes recherches sur les divers points de la chaîne, j'ai le regret de n'avoir pu encore accumuler assez de matériaux pour constituer une petite faune.

Les fossiles caractéristiques, rencontrés dans ces calcaires, sont peu nombreux; je citerai :

Ammon. aff. Valdani, d'Orb. } Lias moyen.
Ammon. Loscombi, Sow. }

Terebratula (Waldh.) Waterhousi, Davids.	Lias moyen.
Rhynchonella variabilis, Schl.	
Rhynchonella tetraedra, Sow.	
Rhynchonella aff. Moorei, Davids.	

Les calcaires marneux supérieurs m'ont donné :

Ammon. mimatensis, d'Orb. Lias supérieur.

C'est probablement du même niveau que provient :

Ammon. concavus, Sow. Lias supérieur,

le premier fossile important, recueilli par M. Letourneux.

La nature pétrographique et ces rares fossiles établissent l'identité de ces couches avec le lias de l'Ouarsenis, beaucoup mieux déterminé (1) et rapporté aux étages moyen et inférieur.

Cette formation a été reconnue en plusieurs points de l'Algérie, notamment dans le massif des Babors, par M. Brossard, au Djebel Sidi-Cheik-ben-Rohou et aux Toumiettes, par Coquand, etc.

En l'état actuel, il semble difficile de préciser exactement l'âge de ces calcaires, dont la série correspond peut-être à toutes les assises du lias, tout au moins aux étages moyen et inférieur.

Ces calcaires forment des pics rocheux, escarpés, d'un abord très difficile, qui donnent aux crêtes du Djurjura leur aspect pittoresque. La crête principale en est entièrement formée ; sur le versant nord, des plissements et des failles ramènent ces calcaires en plusieurs chaînons secondaires, parallèles à la ligne principale. Dans le massif de Lella-Khedidja, ces calcaires sont subordonnés à d'autres dont je vais parler. Vers l'est, les calcaires émergent seulement par pics, traversant la couverture des terrains supérieurs, sur le versant nord ; l'Arezou-n'Tohor en est le plus imposant témoin. De nouveau, les rochers calcaires reprennent la crête, depuis le col de Chellata jusqu'à Tizi-n'Chria.

Il faut aller au nord-est, à près de 40 kilomètres, dans le prolongement de la chaîne, au Djebel Arbalou (1,317^{m}), dominant la fraîche vallée de Toudja, pour retrouver cette formation, qui constitue également le Gouraya de Bougie.

Il est très remarquable de constater les relations étroites, le contact visible en plusieurs points des calcaires du lias avec les calcaires à nummulites. L'apparence pétrographique est sensiblement la même ; et cette analogie explique l'erreur commise par les géologues qui, ne trouvant pas de fossiles dans les calcaires liasiques, après avoir constaté la présence de calcaires à nummulites au voisinage, ont cru pouvoir rattacher les premiers à la formation nummulitique. Mes observations détaillées me permet

(1) Nicaise. *Catalogue des animaux fossiles de la province d'Alger.*

tent d'affirmer, pour cette région du moins, que les calcaires de formation nummulitique renferment toujours des nummulites en plus ou moins grande abondance; d'autre part, les calcaires liasiques se reconnaissent aux rognons siliceux et il est rare qu'après quelques recherches on ne trouve pas quelques fragments d'Ammonites ou de Bélemnites ne laissant plus aucun doute.

ÉTAGE B. — *Calcaires en dalles de Lella-Khedidja (lias supérieur ?)*

La série précédente est surmontée dans le massif de Lella-Khedidja, d'une série de bancs calcaires qui en diffèrent complètement par leur allure. La stratification en est très nette ; les surfaces moins rocheuses rappellent certaines couches éocènes de la région, avec lesquelles on a pu les confondre, en signalant la présence du calcaire à nummulites au sommet de Lella-Khedidja (1).

A la base, ce sont des calcaires marneux, reposant en concordance sur les calcaires précédents, peut-être même la continuation des assises supérieures. Au-dessus, des calcaires en dalles, se débitant en plaquettes, dont l'épaisseur varie de 5 à 25 centimètres, intercalés de marnes grises ou bariolées. Ces couches passent en certains points à des brèches calcaires, dont les fragments sont empâtés de telle sorte que les bancs présentent un aspect compact.

Ces assises n'ont pas moins de 120 à 150 mètres de puissance et sont fortement disloquées au sommet du Tamgout de Lella-Khedidja, dont elles forment le couronnement et les pentes nord. La coupe ci-jointe montre les relations de ces calcaires avec les terrains voisins.

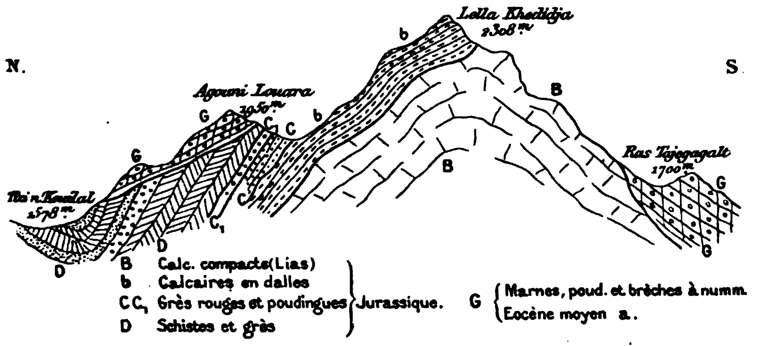


Fig. 2. — Tamgout de Lella Khedidja.

Ces couches se prolongent vers l'est sur la crête de Ras-Tizimi (2,000m) ; on les suit sur le flanc sud du massif de Takerrat jusqu'à l'Azerou-Maden (2,020m), où elles s'atténuent et disparaissent complètement. Cette zone

(1) Letourneux et Hanoteau, *la Kabylie et les coutumes kabyles*, 1er vol. — Exposé géologique. — Paris, 1872.

est très restreinte et son développement ne s'étend guère sur plus de 8 à 9 kilomètres.

Dans toute la chaîne principale, je n'ai rencontré aucune trace de cette formation, qui paraît ainsi indépendante de la précédente.

J'ai reconnu les mêmes assises avec un facies identique sur les pentes sud-ouest du Djebel Arbalou et, plus au nord, à l'Adrar-Oufarnou, immédiatement à l'ouest du Gouraya et dans les mêmes relations avec les calcaires précédents.

Ici, les documents paléontologiques me font absolument défaut; malgré un séjour prolongé sur le flanc de Lella-Khedidja, qui m'a permis d'examiner avec détail ce terrain, je n'ai trouvé aucune trace de fossiles. C'est encore un problème dont un hasard favorable donnera la solution.

C'est avec doute que j'émets l'opinion que ces calcaires peuvent être attribués au lias supérieur; les relations avec les couches précédentes semblent indiquer une continuité dans les dépôts. Le lias supérieur, bien connu dans la province d'Oran par les travaux de M. Pouyanne et de M. Bleicher, a présenté des fossiles indiscutables; ses caractères pétrographiques le rapprochent un peu des assises calcaires dont il est question ici. La zone inférieure (schistes marneux et calcaires) de M. Bleicher manque ici, mais me paraît se trouver représentée au cap Carbon, extrémité du Gouraya de Bougie.

Étage C. — *Grès rouges et poudingues.*

Les deux divisions stratigraphiques, qui viennent se placer au-dessus des précédentes, me paraissent, jusqu'alors, spéciales à la chaîne du Djurjura; c'est en vain que j'ai cherché des traces de formations semblables dans les massifs de Toudja et du Gouraya; je ne sache pas qu'il ait été signalé rien d'analogue dans les dépôts jurassiques du massif des Babors.

Au-dessus des calcaires liasiques de l'étage inférieur, on rencontre, principalement sur les flancs de la crête principale, une zone qui se poursuit d'une manière remarquable d'un bout à l'autre de la chaîne.

Ce sont des grès argileux à petits grains de quartz, d'une couleur rouge assez prononcée, pour que les lambeaux puissent se distinguer à d'assez grandes distances. A la base, on trouve des argiles rougeâtres, recouvrant en concordance les calcaires; la partie supérieure se termine par des poudingues à grains de quartz et de calcaire, ayant le même aspect rouge que les grès.

Ces poudingues se désagrègent facilement et prennent l'aspect de roches scoriacées.

Toutes ces assises, grès et poudingues, d'une puissance moyenne de 100 mètres, dont 15 à 20 mètres pour les poudingues, sont bien stratifiées, en général fortement relevées, suivant l'inclinaison des derniers

bancs calcaires. La fig. 1 montre leurs relations avec les calcaires. Ces grès ne m'ont présenté aucune trace de fossiles. Ils se développent sur les flancs nord et sud de la première crête, rejetés par le pli anticlinal qui a formé cette arête. Dans l'est, ils recouvrent, en majeure partie, les calcaires liasiques, qui les percent seulement en quelques points. A Takerrat et dans les chaînes de Lella-Khedidja, ils surmontent les calcaires en dalles, en concordance.

Cette assise est intimement liée à la suivante.

Étage D. — *Schistes argileux et grès micacés.*

Au-dessus des poudingues rouges se développe une succession de schistes argileux et gréseux, gris noirâtres, qui tranchent complètement sur les grès rouges et les calcaires blancs ou rosés. Ces schistes argileux présentent tout à fait l'aspect de schistes très anciens, et telle partie de la formation des schistes azoïques de la Kabylie n'offre pas de grandes différences avec ces derniers. Ils sont traversés par quelques filons de quartz blanc ; de place en place, s'intercalent des lits bien stratifiés de grès argileux, micacés, noirâtres, passant à des quartzites. On trouve aussi de petits poudingues très durs, à ciment argileux, constitués uniquement de petits grains de quartz blanc.

Ces schistes me semblent partout reposer en concordance sur les grès et poudingues rouges. Ils sont fortement plissés et contournés, laminés ; leur puissance ne me paraît pas inférieure à 300 mètres.

Ils s'étendent repliés en fond de bateau entre les deux chaînes calcaires du Djurjura, mais ne se prolongent guère à l'ouest; du côté de l'est, ils se montrent très développés, recouvrant les grès rouges, dans le massif de Chellata et des Beni-Zikki.

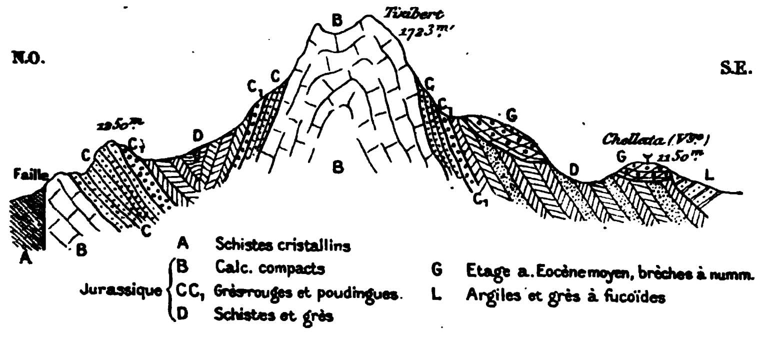


Fig. 3. — Massif de Chellata.
Comparez aux fig. 1 et 2.

En dépit de mes recherches sur bien des points, ces schistes ne m'ont présenté aucun débris fossile.

C'est encore avec doute que j'attribue cette zone à l'étage oxfordien,

représenté également par des schistes dans les régions fossilifères de l'Ouarsenis et de la province d'Oran. La série des grès rouges, poudingues et schistes peut être attribuée à l'étage callovo-oxfordien, d'après l'avis de M. Pomel. Des recherches plus heureuses donneront une solution à cette question indécise.

Cette série de formations jurassiques a été interprétée d'une manière différente par Nicaise, qui a signalé dans le Djurjura les formations paléozoïques : silurien et dévonien.

Ce géologue, dans une coupe qu'il a donnée de la route de Tirourda (1), a vu une disposition inverse à la réalité, en considérant les calcaires liasiques comme la partie supérieure et formant à l'Ajerou-Tidjer un pli synclinal (voir la fig. 1). D'après cela, les grès rouges étaient considérés comme dévoniens? et les schistes argileux comme de l'époque silurienne? tout cela sans aucune preuve. Du reste, la question avait été laissée comme douteuse par cet explorateur, qui n'a pas eu le temps de rectifier cette assertion par des recherches plus étendues.

D'après ce qui précède, il faut abandonner entièrement l'hypothèse de formations paléozoïques, aussi bien dans le Djurjura que dans le reste de l'Algérie.

Telles sont les divisions stratigraphiques que j'ai pu établir dans les terrains jurassiques du Djurjura. Des problèmes importants restent à résoudre : leur solution sera l'œuvre de recherches heureuses, mais les difficultés relatives à l'exploration des crêtes ont été aplanies.

§ III. — TERRAINS CRÉTACÉS

Les étages inférieurs de la série crétacée n'existent pas dans la région; les formations de cette période sont représentées seulement sur les pentes sud-ouest du Djurjura, par le *gault*.

Ce terrain est bien caractérisé par des argiles feuilletées, grises, noirâtres, avec de petites plaquettes argilo-gréseuses, intercalées de grès durs quartziteux à cassure brillante; la surface de ces grès est ondulée, impressionnée de lignes sinueuses en relief, qui leur donnent un aspect particulier. Ce terrain est depuis longtemps bien déterminé dans la région d'Aumale, par les recherches de Nicaise, de M. Péron, etc. Il ne constitue ici qu'une partie des contreforts sud-ouest, ne s'élevant guère au-dessus de 1,000 mètres.

Le cénomanien ne se montre que sur le versant opposé de la vallée de l'Oued Sahel.

Le sénonien s'arrête à peu de distance des dernières pentes, au sud-ouest, où il recouvre en discordance les argiles et grès du gault.

(1) Letourneux et Hanoteau, *la Kabylie et les coutumes kabyles*, 1er vol.

§ IV. — TERRAIN ÉOCÈNE.

Ce sont les assises complexes du terrain éocène qui concourent avec le terrain jurassique à former la chaîne du Djurjura. Tandis que le jurassique forme les arêtes et le squelette de la chaîne, les dépôts éocènes contribuent presque en entier à la formation des contreforts, des épaulements qui flanquent cette puissante masse au nord et au sud.

Je n'entrerai pas ici dans une description des divisions du terrain, telles que j'ai pu les établir par des recherches suivies dans toute la région. Ce terrain n'a été qu'effleuré par les explorateurs qui m'ont précédé; comme pour le terrain jurassique, l'absence de fossiles en a éloigné les chercheurs, qui n'avaient que peu de chose à y glaner. Cette pauvreté de documents rend très aride l'étude de ces terrains et, tandis que, sur d'autres points, d'autres niveaux de la même série ont présenté des fossiles remarquables, ici j'ai dû me livrer à une étude statigraphique détaillée pour débrouiller ces assises enchevêtrées, où l'on ne trouve comme fossiles importants que des nummulites à différents niveaux.

Il résulte de mes observations que l'étage inférieur, le suessonien, qui constitue à lui seul la formation éocène des Hauts-Plateaux de l'Algérie et de la Tunisie, n'est pas représenté dans la zone littorale, dont la Kabylie offre le développement le plus remarquable.

Les premières assises me paraissent caractérisées par une nummulite très voisine de la *N. lævigata* (Lamk), associée à la *N. Lucasana* (Defr). Elles viennent ainsi se placer sur l'horizon de l'éocène moyen, ou étage parisien.

a. Zone inférieure. — *Marnes, grès, calcaires, brèches et poudingues.*

Les assises qui se montrent à la base partout dans la région reposent en discordance indifféremment sur les assises jurassiques ou sur le crétacé. Cette série est très complexe et présente de nombreuses modifications qui se reproduisent sur divers points. La continuité des assises, le passage graduel de l'une à l'autre de couches d'aspect différent sont le seul guide dans cette zone.

En général, deux faciès différents concordent avec le substratum :

I. — En contact avec les calcaires jurassiques, on trouve des marnes schisteuses, verdâtres ou violacées, assez nettement stratifiées, intercalées de calcaires schistoïdes, en plaquettes minces et contournées ; au-dessus se montrent d'une manière irrégulière des conglomérats : tantôt poudingues à petits galets de quartz et de calcaire, passant à des éléments de taille diverse, principalement de calcaires jurassiques en blocs roulés ; tantôt, et c'est le plus fréquent dans le Djurjura, des brèches calcaires, qui sont

bien stratifiées et ont l'aspect de roches calcaires. Les nummulites sont rares dans les marnes inférieures, mais deviennent plus fréquentes, et même abondantes, dans les brèches, à Takerrat, par exemple, à l'Agouni-Louara (fig. 2).

Cette série se développe en continuité sur le versant sud du Djurjura, passant la crête à Tizi-Ogoulmime (1,700^m), forme les contreforts élevés des Beni-Yala, et, après avoir entouré comme d'une ceinture le pic de Lella-Khedidja sur le flanc duquel les poudingues s'élèvent à près de 1,900 mètres, couronne la crête de Takerrat (2,000^m).

L'épaisseur moyenne de ces assises, marnes calcaires et brèches calcaires, n'est pas inférieure à 200 mètres.

II. — A l'extrémité occidentale, surmontant le crétacé, cette zone se développe avec des allures différentes. Une bonne coupe est donnée sur le flanc sud de l'Agouni-Amrous, à la montée du col de Djaboub.

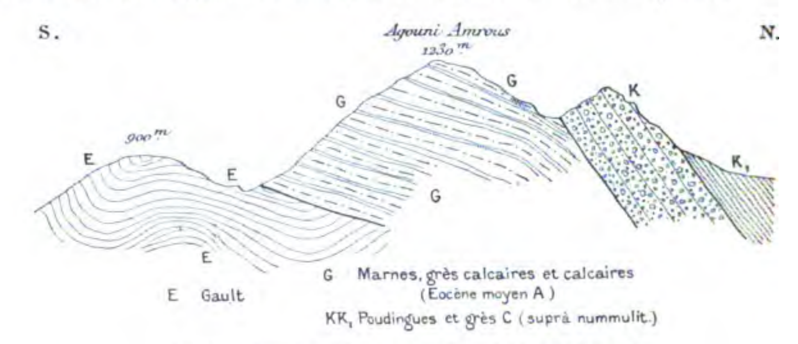


Fig. 4. — Coupe prise un peu à l'ouest de Tizi Djaboub.
(Extrémité occidentale de la chaîne).

Des alternances de marnes jaunâtres, de calcaires en plaquettes, de grès calcaires jaunes, où s'intercalent d'une manière irrégulière des couches de poudingues et de brèches calcaires, se succèdent en lits bien réglés, sur une épaisseur de plus de 250 mètres; les nummulites, assez rares, s'y rencontrent surtout au voisinage des strates de conglomérats. En d'autres points, les poudingues dominent complètement à la partie supérieure et atteignent une grande puissance.

Cette zone, ainsi définie, ne se développe que sur le versant sud de la chaîne; je n'en ai pas vu de traces sur les contreforts du nord, où se trouve, par contre, la formation des calcaires dont je vais parler.

b. *Calcaires à nummulites.*

Ici, ce sont des calcaires compacts, pétris de nummulites de différentes espèces, d'assilines et d'alvéolines. Ces calcaires forment des rochers escarpés, qui ont beaucoup d'analogie d'aspect avec les calcaires jurassiques. Ces calcaires s'élèvent jusqu'à 1,555 mètres à l'Azerou-Mendès et for-

ment une ligne rocheuse presque continue, comme un premier gradin, adossés aux calcaires jurassiques dans toute la partie occidentale de la chaîne. Je m'occupe de l'étude et de la détermination des espèces de nummulites algériennes, dont beaucoup sont nouvelles (Voir fig. 5). On en retrouve un lambeau à l'extrémité orientale, dans le massif des Beni-Zikki.

Dans la chaîne, cette zone paraît indépendante de la précédente et pourrait être considérée comme corrélative; mais, vers l'ouest, on constate, en plusieurs points, la superposition qui place les calcaires au-dessus de la zone des marnes, calcaires et poudingues *a*.

La puissance de cette zone n'est pas inférieure à 150 mètres.

c. Zone supérieure; *Poudingues et grès suprà-nummulitiques.*

Une grande lacune paraît interrompre la série. Au-dessus des calcaires, on trouve en discordance, une série de couches d'une grande puissance, qui offre des caractères assez constants.

A la base, on trouve fréquemment des grès argileux friables, puis des poudingues, constitués par des galets de différente taille et des blocs roulés de calcaire : ces débris calcaires proviennent en grande partie des calcaires à nummulites précédents; on y retrouve ces calcaires avec tous leurs aspects, les surfaces usées montrant de belles coupes et sections de nummulites. Il ne peut pas être démontré d'une manière plus frappante que l'émersion et la dislocation des calcaires à nummulites ont suivi leur dépôt (Voir fig. 4).

Ces poudingues sont extrêmement développés dans la partie occidentale de la chaîne sur les deux versants; au pied du Tamgout-Haïzeur, leur accumulation dépasse 500 mètres; ils forment un contrefort rocheux qui s'élève à plus de 1,700 mètres; au nord, leur distribution est fort irrégulière, mais ils se montrent constamment à la partie inférieure, reposant sur les calcaires à nummulites.

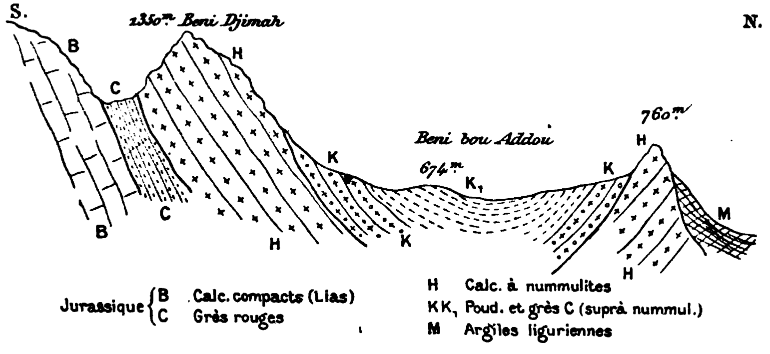


Fig. 5. — Versant nord de la chaîne. Beni bou Addou (Guechtoula).

Au-dessus se développe une série d'alternances de marnes grises et de grès sableux en bancs minces, qui atteint près de 300 mètres sur le versant nord et forme tous les contreforts du pays des Guechtoula.

Les marnes renferment quelques rares nummulites, parmi lesquelles j'ai reconnu la *N.* (*assilina*) *exponens* (Sow).

Ces assises me paraissent représenter la partie supérieure de l'éocène moyen.

Il est à remarquer que cette série ne se montre en aucun point dans l'est de la chaîne, où elle semble remplacée par le terrain suivant, d'aspect tout différent, mais compris entre les mêmes limites stratigraphiques. L'intervalle qui sépare ces deux formations ne renferme aucun témoin de l'une ou de l'autre qui puisse donner une indication sur leurs relations.

d. *Argiles schisteuses et grès à fucoïdes.*

Ce terrain, d'une grande puissance, est développé d'une façon remarquable sur tout le flanc sud de la partie orientale du Djurjura. La montée de la route du col de Tirourda, à partir de l'Oued Tixeriden, jusqu'au point culminant (1,900^{m}) du contrefort des Beni-Kani, permet de suivre la succession des assises.

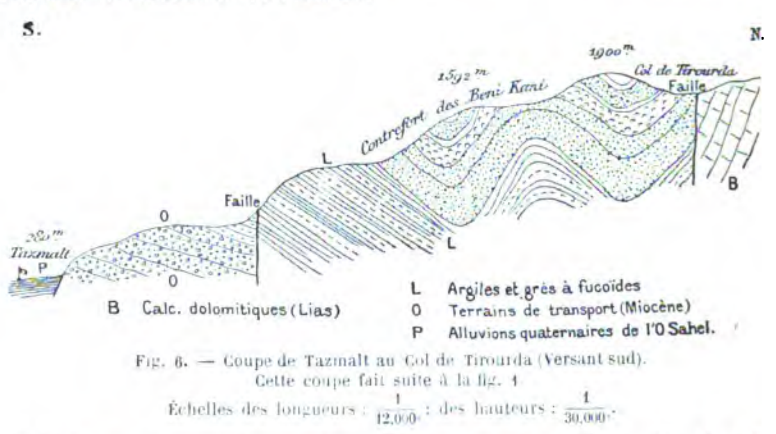


Fig. 6. — Coupe de Tazmalt au Col de Tirourda (Versant sud).
Cette coupe fait suite à la fig. 4.
Échelles des longueurs : $\frac{1}{12,000}$; des hauteurs : $\frac{1}{30,000}$.

A la base, ce sont des argiles schisteuses, grises, intercalées de petites plaquettes de grès quartzeux jaunâtre; çà et là quelques plaquettes de calcaires marneux renferment en grande abondance des fucoïdes qui ne diffèrent pas des espèces désignées sous les noms de *Chondrites intricatus*, *Ch. Targioni*.

Ces argiles se délitent facilement et contrastent absolument avec les argiles du gault que l'on trouve en contact en plusieurs points. A la partie moyenne, les bancs de grès augmentent peu à peu d'épaisseur et, dans la zone supérieure, ce sont des bancs de grès puissants de 50 centimètres à 2 mètres.

Ce terrain apparaît seulement sur le flanc sud, où il recouvre la zone

inférieure *a* et vient butter au voisinage de la crête contre les terrains jurassiques. A partir du col de Tirourda, il constitue toute la crête principale d'une altitude de 1,600 à 1,800 mètres, jusqu'au col de Chellata. Sa puissance n'est pas inférieure à 400 mètres.

Vers l'est, il disparaît et est recouvert en discordance par les assises du terrain suivant.

e. *Argiles et grès quartzeux (ligurien).*

Je cite seulement ce terrain qui ne prend aucune part à la constitution de la chaîne principale, se montre seulement sur les dernières pentes au nord, recouvrant en discordance le terrain *c* et se développant vers le nord-est, formant toutes les crêtes qui prolongent la chaîne vers Bougie, entre le bassin du Sébaou et celui de l'Oued Sahel.

§ V. — FORMATION MIOCÈNE.

Je signale seulement une série puissante de dépôts d'apparence alluvionnaire, constitués par des accumulations de galets roulés, surmontées de limons, qui forment les dernières pentes du versant sud du Djurjura, où ils se relèvent de 350 à 900 mètres. Leur puissance moyenne est de 150 mètres.

Les relations de ces dépôts avec les marnes de l'étage helvétien supérieur les classent dans le miocène moyen, probablement à la base de l'helvétien ou dans le Cartennien.

RÉSUMÉ

Le tableau suivant indique la série des terrains qui constituent la chaîne du Djurjura.

ÉTAGES	COMPOSITION	SITUATION
MIOCÈNE, helvétien inférieur	Terrains de transport.	Versant sud.
ÉOCÈNE MOYEN — Zone supérieure	Argiles schisteuses et grès à fucoïdes.	Versant et crête sud (partie orientale).
	Poudingues et grès suprà-nummulit.	Partie occidentale (les deux versants).
ÉOCÈNE MOYEN — Zone inférieure	Calcaire à nummulites.	Versant nord.
	Marnes calcaires, poudingues et brèches	Versant et crête sud.
CRÉTACÉ, gault.	Argiles schisteuses et grès.	Versant sud.
JURASSIQUE — Oxfordo-Callovien (?)	Schistes argileux et grès micacés.	Crêtes.
	Grès rouges et poudingues,	
(?)	Calcaires en dalles.	
Lias.	Calcaires compacts.	
TERRAIN AZOÏQUE.	Schistes cristallins, gneiss.	Versant nord.

La chaîne est formée par un grand axe anticlinal de calcaires liasiques, ayant rejeté sur les flancs les grès et schistes jurassiques, avec plissements secondaires parallèles.

Au nord, les calcaires à nummulites, fortement relevés et partiellement recouverts des poudingues et grès supérieurs, forment les premiers gradins vers l'ouest.

Au sud, la formation nummulitique inférieure est relevée jusqu'au voisinage de la crête principale et sur la deuxième crête. Les argiles et grès à fucoïdes couronnent le tout et forment la crête vers l'est.

Les grandes lignes de ces crêtes se rattachent à deux directions principales :

1° La direction E. 8° N. de la crête principale est une dépendance du système du Tatra, qui a joué un si grand rôle dans l'orographie algégérienne. Toute la formation éocène a été influencée par ce mouvement.

2° La direction N. 58° E. devient l'axe de la chaîne à partir du col de Tirourda jusque vers Bougie. Elle se rattache au système des Baléares, plus récent, qui a porté ici à la crête les dépôts éocènes et relevé les terrains de transports des pentes inférieures.

3° En outre la direction des Pyrénées (O. 16° N.) influence quelques chaînons vers l'ouest et correspond d'une manière remarquable aux petites crêtes formées par les poudingues suprà-nummulitiques.

M. POMEL

Directeur de l'École supérieure des Sciences, à Alger.

SUR LES BOUES GEYSÉRIENNES A QUARTZ BIPYRAMIDÉS, A GYPSE ET A CARGNEULE DES ENVIRONS DE SOUK-ARRAS

— Séance du 2 avril 1886 —

Les environs de Souk-Arras, la Thagaste de l'époque romaine, sont constitués par un terrain singulier, d'une incohérence remarquable. L'élément principal est une masse argileuse hétérogène, grise ou colorée par grandes places de toutes les bigarrures des teintes ferrugineuses. On y observe en beaucoup de points des cristaux bipyramidés de quartz un peu enfumé ou hyalin, de taille très variée, depuis deux à trois centimètres de long jusqu'à une fraction de millimètre; ils farcissent la masse, dont la surface miroite par le nombre infini des petites facettes cristallines. On y trouve aussi, en

bien des points et associés aux quartz, des cristaux de pyrite totalement ou partiellement transformés en limonite. L'état de fraîcheur des facettes et des angles de tous ces cristaux exclut toute idée de transport et conduit à admettre qu'ils se sont formés dans la gangue argileuse qui les emballe et qui doit, dans le principe, avoir constitué un magma boueux d'épanchement.

Souvent la masse argileuse est criblée de fragments anguleux et de tout volume, dont les uns ont conservé leur nature calcaire et les autres, plus nombreux, sont plus ou moins cariés comme de la cargneule et ont été dolomitisés par transformation épigénique. La surface, quoique faisant difficilement effervescence à froid, n'est que faiblement magnésienne; mais l'intérieur des fragments est passé à l'état de dolomie pulvérulente, semblable à de la cendre, remplissant incomplètement une cavité, qui se vide facilement à l'exposition aux agents atmosphériques.

De grosses masses rocheuses, des paquets entiers de faisceaux de couches d'un énorme volume, emballés dans la gangue boueuse, sont le plus souvent modifiées de la même manière et présentent des anfractuosités de diverses formes et dimensions vidées par entraînement de la dolomie pulvérulente. Leur aspect extérieur rappelle assez souvent celui de masses travertineuses ou de calamine terreuse. Les lambeaux de couche sont souvent fragmentés, avec les fragments encore contigus et soudés par une gangue plus ou moins durcie, argilo-calcaire, et M. Curie, qui a bien voulu essayer plusieurs de nos échantillons, a encore constaté le même processus d'altération des fragments, plus complet au centre que sur les bords, et les surfaces prennent alors l'aspect de brèches cariées.

Dans certaines parties, les calcaires sont transformés en gypse saccharoïde et souvent assez incomplètement pour que le même bloc montre une partie gypseuse et l'autre calcaire ou dolomitique. On constate même que certains de ces blocs ont encore au centre un noyau dolomitique.

Le terrain congloméré recouvre ou englobe en plusieurs lieux des masses importantes stratifiées de calcaires, qui paraissent dépendre de la formation urgonienne et dont les bancs, ordinairement redressés verticalement, ont éprouvé des altérations singulières et variées. Certains lits, sans doute un peu plus marneux, ne paraissent pas avoir été altérés ou très peu; d'autres, intercalés aux précédents, sont brisés en fragments incohérents sur place même et de telle sorte qu'on les exploite en les démolissant presque sans effort pour en constituer du ballast ou de la pierraille à macadam, dont ils ont le volume presque régulier; et ces parties se montrent comme des cheminées sur les tranches des couches redressées. D'autres bancs, moins émiettés, présentent des fragments plus ou moins volumineux et dolomitisés à des degrés divers. D'autres, enfin, sur les bords des lambeaux, sont démantelés et les débris incohérents sont emballés dans le conglomérat avec tous

les degrés de transformation épigénique. On peut ailleurs constater que d'assez volumineux paquets de couches, faiblement débloquées, occupent des positions diversement inclinées dans la masse détritique et ne peuvent être rattachés au terrain, dont ils ont certainement été arrachés pour être emballés dans un magma boueux.

Il me parait difficile de ne pas attribuer une origine interne à ces masses boueuses et aux produits divers qui les ont accompagnées. On peut constater, d'abord, qu'il n'y a été observé aucune trace d'être organisé, même dans certaines parties du sommet de la formation, où se montrent quelques assises stratifiées et formées des menus éléments. Les imprégnations magnésiennes, les gypses d'épigénie, les altérations profondes des couches anciennes, les quartz ne peuvent s'expliquer autrement, et, s'il peut paraître extraordinaire qu'on n'ait encore nulle part au voisinage signalé la présence de roches éruptives qui viendraient à l'appui de cette explication, ce n'est qu'un fait singulier qui vient s'ajouter aux autres si particuliers à cette contrée. On peut, en effet, observer au pied sud du Tessala les mêmes argiles rubigineuses à cristaux bipyramidés de quartz en rapports intimes avec une roche volcanique, dont l'analyse microscopique est à faire, et des gypses d'émission ou épigéniques. Seulement, ici, les cristaux de quartz sont tous très petits et le magma boueux très circonscrit, servant en quelque sorte de gangue à la roche éruptive, est presque homogène. On ne peut que faire des hypothèses sur l'état de ce magma lorsqu'il s'est épanché; mais à voir le volume de certaines masses rocheuses qui ont dû être déplacées pour être englobées de toute part et même déplacées assez loin de leur origine première, il faut bien admettre qu'il avait une certaine densité et une compacité visqueuse analogue à celle de certaines débâcles boueuses capables de tenir en suspension des masses volumineuses. Cela explique pourquoi, nulle part, le dépôt ne prend le caractère torrentueux et ne montre de classement mécanique des éléments qui le constituent, sauf deux exceptions, dont l'une consiste en une longue bande de travertin au pied du revers sud du Djebel Degma jusqu'à la Medjerda, où le dépôt paraît encore se continuer en face du moulin Deyron; ce qui pourrait faire douter que l'origine de ce dépôt remonte à cette époque.

La seconde exception s'observe à la partie supérieure de la formation, dans une tranchée du chemin de fer de Souk-Arras à Tébessa, près du point où la route de Zarouria coupe la voie ferrée de Tunis. On y observe dans un ravin, sur une trentaine de mètres d'épaisseur, une stratification très nette, où les assises sont parallèles, avec des épaisseurs de quelques décimètres à un mètre et plus, formées d'argiles englobant de menus débris de même nature que ceux que l'on observe dans les parties incohérentes sous-jacentes. Ces couches sont fortement redressées, sous un angle d'une trentaine de degrés, dans une direction très voisine de la perpendiculaire au

méridien magnétique, c'est-à-dire parallèlement au système des Alpes principales et à la direction générale de la vallée de la Medjerda. Ces couches résultent, soit d'une émission de boue plus diluée, dernière phase du phénomène, soit du remaniement par les eaux de surface et de l'entraînement des matériaux de l'émission dans des dépressions transformées en lacs. Quoi qu'il en soit de cette explication, il y a une liaison intime entre cette partie supérieure stratifiée et la partie inférieure qui ne l'est pas.

La surface couverte par cette singulière formation, aux environs de Souk-Arras, ne s'étend pas sur moins de cent kilomètres carrés. Elle se poursuit plus loin encore à l'est, en lambeaux étroits, et surtout vers l'ouest où elle paraît s'élargir dans les plaines de Tifech, après s'être étranglée à la hauteur du Djebel Degma; et, là, elle se présente avec le même cortège d'accidents métamorphiques sur les roches antérieures et plus particulièrement sur les calcaires urgoniens. Il paraît en être absolument de même dans la plaine de Khamissa. On peut encore reconnaître des dépôts analogues en d'autres points des régions voisines, par exemple dans celle qui s'étend sur le versant de la chaîne de montagne à la Seybouse, soit chez les Nbails où ils renferment de la calamine et de la nadorite, soit auprès même de Duvivier, où les roches cariées et rubigineuses attirent le regard du géologue. C'est donc dans des proportions grandioses que s'est produit ce phénomène d'émissions internes plus ou moins aqueuses et minéralisantes.

On ne sera donc pas étonné de constater que cette formation conglomérée atteint une épaisseur considérable. En effet, les parties les plus inférieures sont au-dessous de la cote 420 mètres, sur les bords de la Medjerda, et les supérieures constituent des sommets qui culminent au voisinage de 800 mètres et dont quelques-uns dépassent même, en certains points, l'altitude de 1,000 mètres, c'est donc une puissance de 400 à 500 mètres. Quelle que soit l'incertitude qu'introduisent, dans cette estimation, l'absence de stratification et la certitude de mouvements postérieurs à sa constitution, on ne peut s'empêcher de s'étonner d'une pareille puissance.

Ce dépôt se met en contact avec le terrain urgonien, qui paraît en constituer le substratum sur les plus grandes étendues, en quelques points avec le sénonien à inocérames, le suessonien à phosphorites, le ligurien gréseux et enfin avec l'helvétien; partout il est postérieur à ces formations et il en a englobé des fragments plus ou moins métamorphisés. Dans la dépression occupée par la Medjerda, il se met en plusieurs points en relation avec des poudingues alluvionnaires puissants, qui me paraissent s'être déposés dans un ravinement profond, qui représente l'ancien lit du fleuve aux temps quaternaires, préparé sans doute par les plissements et les dislocations qui en sont la cause et dont l'empreinte est conservée sur les parties inclinées.

A la vérité, ces dépôts alluvionnaires ne se distinguent pas toujours nettement des parois formées par les magma d'émission et, en certains points, on

pourrait se demander s'ils n'y sont pas intercalés. Mais cela doit résulter des mélanges d'éboulis, tombés des berges et intercalés pendant leur dépôt. En beaucoup de points, il n'y a pas de doute que les poudingues ne s'appliquent contre les argiles au lieu d'y pénétrer. Si à cela on ajoute cette considération que les poudingues n'apparaissent que dans les parties qui doivent avoir constitué la première ébauche du lit du fleuve, qui, par sa direction, se rattache aux phénomènes de dislocation des Alpes principales, on pourra en déduire que ces masses alluvionnaires appartiennent aux formations quaternaires, tandis que les argiles à cristaux bipyramidés de quartz, à gypses et à imprégnations magnésiennes, ont dû s'épancher à la fin de la période tertiaire et tout au moins à l'époque pliocène, sans qu'il soit possible encore de déterminer, avec plus de précision, la phase de cette époque à laquelle on devra rapporter ce phénomène.

M. FICHEUR

Préparateur de géologie à l'École des Sciences d'Alger.

SUR L'AGE MIOCÈNE DES DÉPOTS DE TRANSPORT DU VERSANT SUD DU DJURJURA

— *Séance du 2 avril 1888* —

Dans une communication précédente sur la géologie de la chaîne du Djurjura, j'ai signalé la présence de dépôts de transport puissants, qui s'étendent sur tout le flanc méridional de la chaîne ; je me propose de revenir, ici, sur la détermination de l'âge de ce terrain.

La ligne du chemin de fer d'Alger à Constantine traverse, au sortir de la station de Bouïra, deux rangs de collines qui bordent le ravin de l'Oued Lekhal. Les tranchées ouvertes pour le passage de la voie montrent, sur une grande épaisseur, des lits de galets, de graviers et de limons présentant entièrement l'aspect de dépôts alluvionnaires. Ces collines et mamelons, fortement découpés et ravinés, dont les sommets dominent de 130 à 150 mètres le fond de la vallée, sont totalement formés de ces dépôts, sans laisser distinguer ici le substratum. Au-dessus, un plateau d'une altitude moyenne de 600 mètres, le fond de la vallée étant à moins de 500, se prolonge vers le sud à dix kilomètres, sans laisser voir autre chose que ces dépôts d'entraînement.

Ce terrain présente une si complète analogie avec les formations alluvionnaires de l'époque quaternaire qu'il a toujours été considéré comme

tel, faute de documents paléontologiques et de relations stratigraphiques avec des assises nettement caractérisées comme tertiaire récent.

En étudiant la géologie du Djurjura, j'ai été toujours étonné de la puissance de ces dépôts et surtout de leur situation à des niveaux élevés, indiquant qu'ils ont participé aux derniers mouvements du sol qui ont contribué à la formation de la chaîne du Djurjura.

Mon esprit se refusait à placer ce terrain dans le quaternaire, mais les preuves stratigraphiques faisaient défaut pour le classer. J'ai été assez heureux pour établir une observation importante, me permettant de fixer les limites de ces dépôts dans la série miocène.

Ce fait de classement pour un point de géologie locale n'a certainement qu'une importance secondaire au point de vue de la stratigraphie, mais il est intéressant de constater une similitude aussi complète entre des formations alluvionnaires d'âge si différent. Cette observation pourra mettre en garde contre l'attribution à l'époque quaternaire de dépôts alluvionnaires mal expliqués sur d'autres points de l'Algérie.

Situation. — Étendue

Ces dépôts occupent d'une manière continue une zone dont la largeur moyenne est de huit à dix kilomètres sur tout le flanc sud du Djurjura. Dans la partie orientale, depuis l'Oued Adjiba jusqu'à l'Irzer-Amokran, ce terrain ne dépasse pas, au sud, la vallée de l'Oued Sahel, ayant pour limite, de ce côté, la formation des alluvions récentes de cette vallée. Depuis le niveau de la vallée qui varie entre 300 et 400 mètres, ces accumulations de galets et de limon sableux s'élèvent jusqu'à 900 mètres (Beni-Hammad).

La montée du pic de Lella-Khedidja, suivant le chemin muletier qui conduit de Maillot à Tala-Rana, donne la coupe suivante :

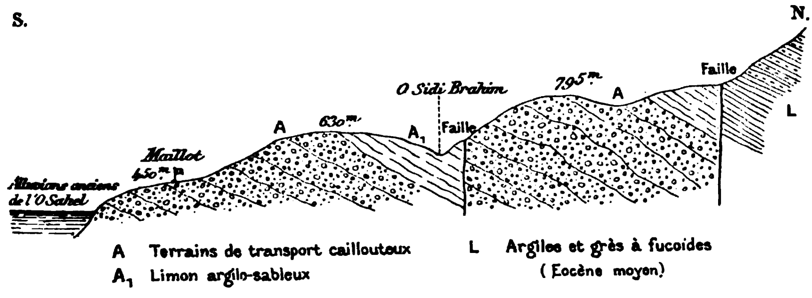


Fig. 1. — Pentes inférieures du versant sud de Lella-Khedidja.
Échelle des longueurs : $\frac{1}{80.000^e}$; des hauteurs : $\frac{1}{30.000^e}$

La colline qui porte le village de Maillot est constituée uniquement par ce terrain caillouteux, galets de grès et calcaires entremêlés de parties limoneuses. Au-dessus du village, on continue à suivre ces conglomérats

peu cohérents, qui sont surmontés de dépôts limoneux marno-sableux grisâtres, formant le flanc sud du ravin des Ouled-Brahim. Les deux ravins, qui enserrent ces collines à l'est et à l'ouest, ont leurs versants profondément découpés et très escarpés.

On peut constater la puissance de cette accumulation de galets, dont les lignes de séparation sont fortement inclinées vers le nord.

Les parties limoneuses, susceptibles de conservation de fossiles, ne m'ont laissé voir aucun débris, en dépit de mes recherches.

Au delà du ravin des Ouled Brahim, une faille ramène les lits de graviers et de galets, assez conglomérés en plusieurs points, au contact des limons sableux ; le plongement de ces bancs est toujours constant vers le nord (N. 28° O.). On poursuit ces terrains sur tout le plateau de Sahridj (850m) à l'extrémité duquel il vient butter par faille aux argiles et grès à fucoïdes (éocène moyen ou supérieur). Cette succession de poudingues et terrains limoneux présente ici une épaisseur minima de 150 mètres.

Dans le ravin de l'Oued Adjiba, on voit les lits de galets se superposer sur une puissance de plus de 150 mètres.

Dans les collines des Cheurfa, en face de Beni-Mansour, ainsi qu'au-dessus de Tazmalt, ce terrain est fortement coloré en rouge ; la première partie de la montée de Tirourda le traverse sur une grande étendue, jusqu'à l'altitude de 850 mètres.

Les collines qui portent le village d'Akbou sont aussi constituées par les mêmes dépôts, traversés ici de concrétions travertineuses, calcaires blanchâtres, qui rendent ces galets plus cohérents ; ils s'élèvent ici jusqu'à 600 mètres.

On voit cette bande s'atténuer en largeur vers l'ouest et disparaître complètement à l'Irzer-Amokran, à cinq kilomètres du défilé de Khorza, où se montrent les premiers dépôts miocènes marins de la vallée de l'Oued Sahel, qui sont cartenniens (partie inférieure du miocène moyen).

Il est donc, de ce côté, impossible de trouver de relation de ces dépôts avec le miocène.

Dans la partie occidentale, à partir de l'Oued Adjiba, le terrain s'étend sur les deux versants de la vallée de l'Oued Lekhal, branche-mère de l'Oued Sahel, formant les lignes de collines dont j'ai parlé plus haut ; la largeur de ce bassin atteint quinze kilomètres, à la hauteur d'El-Esnam ; le substratum, au nord et au sud, est le gault.

A l'ouest de Bouïra, ces dépôts ne forment plus que le couronnement de lignes de collines, laissant percer le gault dans leurs intervalles ; puis, en allant vers l'ouest, ce ne sont plus que des témoins au sommet de mamelons culminants, tels le Drâ-el-Amar, au sud-est d'Aïn-Bessem. Les derniers lambeaux se montrent sous le village des Trembles, route

d'Aumale, et cessent à peu de distance à l'ouest. Dans toute cette partie, on trouve ce terrain en relation avec le crétacé, gault, cénomanien, sénonien.

Peut-être y a-t-il continuité de ces dépôts avec ceux de même nature qui se trouvent à quarante kilomètres dans l'ouest, au delà de la plaine des Beni-Sliman ? C'est ce que je ne puis décider encore. Quoi qu'il en soit, le bassin occupé par ces dépôts, depuis les Trembles jusqu'à l'Irzer-Amokran, n'a pas moins de quatre-vingt-quinze kilomètres d'étendue.

Le plateau du Hamza, qui environne Bouïra au nord, est une formation quaternaire alluvionnaire qui a remanié les dépôts de transports anciens. La limite des dépôts quaternaires est facile à suivre au pied des collines constituées par les galets et limons se rattachant à la formation générale.

Au nord-ouest de ce plateau, la série de hauteurs, dont le kef Tekouka (791^{m}) forme le point culminant, montre encore le même terrain dominant de 450 mètres la vallée de l'Oued Djema, au-dessus du sénonien.

Au delà de l'Oued Beni-Sliman, à quatre kilomètres du point précédent, le Djebel Sidi-Khelef (750^{m}) forme une croupe de terrain rougeâtre, dominant l'Oued Djema.

Voici la coupe que l'on peut observer :

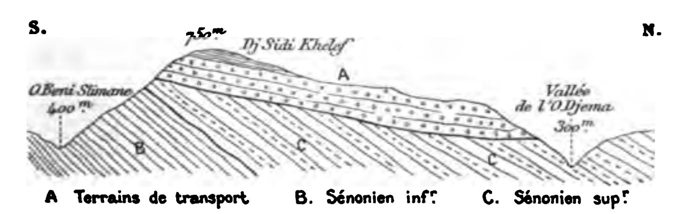


Fig. 2. — Coupe de Djebel Sidi Khelef.

Échelle des longueurs : $\frac{1}{60.000^{e}}$; des hauteurs : $\frac{1}{30.000^{e}}$

Le sénonien, constitué à la base par des marnes calcaires grises et des calcaires marneux, renferme quelques fragments d'inocérames et des huîtres caractéristiques : *O. vesicularis*, *O. proboscidea*, *O. Nicaisei*, etc. Au-dessus, des alternances d'argiles grises, de grès en plaquettes, représentent la partie supérieure du sénonien.

Le terrain rougeâtre commence à une altitude d'environ 680 mètres sur les pentes sud et s'incline d'environ quinze degrés vers le nord-ouest.

Ce sont des conglomérats rougeâtres, incohérents, véritables accumulations de galets, intercalés de lits de limon argilo-sableux, présentant absolument le même aspect que dans toute la région examinée ci-dessus.

Leur puissance est d'environ 100 à 120 mètres.

Ce terrain ne dépasse pas cette petite crête ; à l'ouest, on passe sur un terrain différent bien défini, composé de poudingues et grès grossiers,

surmontés de marnes grises, qui fait partie du bassin helvétien de Ben-Haroun.

Ces poudingues et marnes, dont la partie supérieure renferme l'*O. crassissima* caractéristique, appartiennent à la zone supérieure de l'étage helvétien.

Le ravin du Chabet-Sidi-Khelef montre très nettement le passage du terrain rougeâtre sous l'helvétien, ainsi que l'indique la coupe suivante:

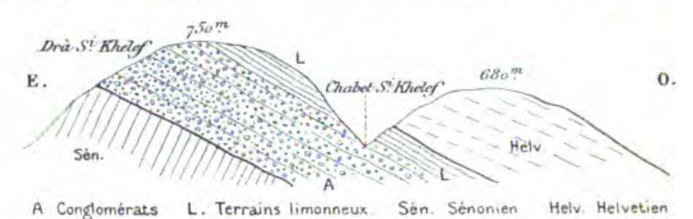


Fig. 3. — Versant ouest du Djebel Sidi Khelef.
Échelle des longueurs : $\frac{1}{24.000^e}$; de hauteurs : $\frac{1}{12.000^e}$

La discordance de l'helvétien sur le terrain précédent n'est pas très facile à constater, à cause du manque de stratification des marnes helvétiennes.

Cependant la partie supérieure limoneuse du terrain rouge paraît avoir été enlevée en grande partie avant le dépôt de l'helvétien.

D'autres témoins des mêmes dépôts de transport se retrouvent à cinq kilomètres au nord, sur le versant opposé de l'Oued Djema, au-dessus du village d'Aomar, recouverts également par les marnes helvétiennes.

CONCLUSION

Les relations du terrain qui nous occupe avec les marnes helvétiennes donnent, comme limite supérieure, l'helvétien moyen. Ainsi que je l'ai dit plus haut, le cartennien marin se montre en dehors du bassin, au défilé de Khorza, sans relation avec ces dépôts.

Il est donc impossible, de ce côté, d'établir, comme limite inférieure, le cartennien.

Des considérations d'autre nature me portent à penser que la formation de ces dépôts est de l'époque du cartennien (partie inférieure du miocène moyen).

La petite crête du Djebel Sidi-Khelef semble avoir formé la limite du bassin helvétien à l'est ; elle est dirigée sensiblement N. 5° E. Cette direction est celle du système du Vercors, si nettement déterminée par M. Pomel et reconnue par moi en plusieurs points de la Kabylie ; le mouvement contemporain est immédiatement postérieur à la formation cartennienne.

Quoi qu'il en soit, la position de ces dépôts est ainsi définie à la partie inférieure ou moyenne du miocène moyen.

Les tranchées du chemin de fer de Constantine, qui ont entaillé profondément ces dépôts, n'ont encore donné à nos observations aucun débris fossile. Les recherches ultérieures seront peut-être plus fructueuses.

M. G. ROLLAND

Ingénieur au corps des Mines.

LES ATTERRISSEMENTS ANCIENS DU SAHARA, LEUR AGE PLIOCÈNE ET LEUR SYNCHRONISME AVEC LES FORMATIONS PLIOCÈNES D'EAU DOUCE DE L'ATLAS

— Séance du 3 avril 1888 —

J'ai l'honneur de présenter à l'*Association française* une nouvelle édition, revue et complétée, de ma *Carte géologique du Sahara,* de l'Atlas au Ahaggar et du Maroc à la Tripolitaine (1). (Voir la planche V de ce volume.)

Parmi les grandes divisions que cette carte distingue dans les formations géologiques du Sahara, on remarquera l'extension de celle qui est indiquée dans la légende sous la désignaton d'*alluvions quaternaires et terrain saharien :* elle comprend toute la série des formations puissantes qui ont été généralement englobées sous le nom d'*atterrissements sahariens,* et qui recouvrent, à elles seules, la moitié environ de l'immense superficie du désert.

En 1884, au Congrès de Blois, j'ai rendu compte à l'*Association française* des principaux résultats de mes observations et de mes travaux sur ces grandes formations des atterrissements sahariens et, en particulier, sur les atterrissements du bassin du chott Melrir ou du Sahara oriental (2).

J'ai dit alors que j'étais entièrement d'accord avec M. Pomel (3) pour considérer ces puissantes formations comme étant de nature continentale

(1) Cette carte géologique, la première qui ait paru sur le Sahara, fut dressée par moi à la suite de la mission transsaharienne d'El Goléa (1879-1880) et une première édition en fut insérée dans le *Bulletin de la Société géologique,* en 1881, avec mon mémoire sur les terrains crétacés du Sahara septentrional.

La nouvelle édition inédite qui est insérée ci-joint (pl. V), fait partie de la publication officielle de la mission d'El Goléa, qui doit paraître prochainement.

(2) G. Rolland : Terrains de transport et terrains lacustres du bassin du chott Melrir (*Association française,* 1884).

(3) A. Pomel : *Le Sahara,* 1872.

et comme ayant été déposées par des eaux douces, fluviatiles ou lacustres, et nullement par les eaux d'une prétendue mer saharienne (1).

Mais, en même temps, j'exprimais l'opinion, — déjà formulée par moi dans une note à l'Académie des Sciences (2), — que les atterrissements sahariens étaient d'âge moins récent qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et qu'ils étaient, en majeure partie du moins, d'âge pliocène et non pas d'âge quaternaire.

La suite de mes études sur les terrains en question n'a fait que me confirmer dans cette opinion, à l'appui de laquelle je suis en mesure aujourd'hui d'apporter une preuve paléontologique.

Je me propose, en outre, de montrer le synchronisme qui existe entre les principaux étages des atterrissements du Sahara oriental, tels que je les ai fait connaître dans le bassin du Melrir, et les étages correspondants des formations pliocènes et quaternaires d'eau douce de l'Atlas, tels qu'ils ont été distingués par M. Ph. Thomas dans la province de Constantine (3). (*Voir* le tableau ci-joint.)

On sait que les atterrissements sahariens présentent d'abord deux grandes divisions : les atterrissements *anciens* et les atterrissements *quaternaires* proprement dits.

Les atterrissements anciens, groupe de beaucoup le plus important, — pour lequel j'ai employé la dénomination spéciale de *terrain saharien*, — comprennent eux-mêmes plusieurs étages. J'y ai distingué, de bas en haut, dans les régions du chott Melrir, de l'Oued Rir' et de Ouargla (4) : un premier étage sableux de transport t^1, un second étage marno-lacustre l et l', et un troisième étage sableux de transport t^2a et t^2b (5).

Aucun fossile probant comme âge n'avait encore été rencontré dans ces formations, jusqu'à la découverte que je viens signaler ici. Mais, au sondage n° 11 de l'oasis de Mraïer, dans l'Oued Rir', la soupape a ramené au jour, de la profondeur de cinquante-huit mètres, un certain nombre d'*Helix*, au milieu de sables rouges gras avec noyaux calcaires, se plaçant vers la base de l'étage lacustre l dans cette région. Ces précieux échantillons m'ont été remis par M. Jus, et je les ai soumis à M. Douvillé, qui en a fait une étude attentive.

Ce sont des individus de petite taille, la plupart de forme globuleuse.

(1) G. Rolland : La mer saharienne (*Revue scientifique*, 6 décembre 1884).

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 26 mai 1884.

(3) Ph. Thomas : Sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie (*Mémoires de la Société géologique de France*, 1884).

(4) Voir la troisième colonne du tableau ci-joint, et se reporter, d'autre part, à la coupe jointe à ma communication à l'*Association française* au Congrès de Blois (il y a lieu d'observer cependant que les notations des étages ont été changées).

(5) Après nouvel examen, j'ai abandonné l'idée d'un passage de l'étage supérieur de transport de Ouargla t^2a à l'étage lacustre de l'Oued Rir' l : l'étage supérieur de transport de Ouargla t^2a correspond plutôt à l'étage supérieur de transport de l'Oued Rir' t^2b, et l'étage lacustre rudimentaire de Ouargla l' à l'étage lacustre de l'Oued Rir' l.

TABLEAU DU SYNCHRONISME

DES FORMATIONS QUATERNAIRES ET PLIOCÈNES D'EAU DOUCE DE L'ATLAS DE LA PROVINCE DE CONSTANTINE ET DU SAHARA ORIENTAL.

	Atlas.	**Sud de l'Atlas et nord du Sahara.**	**Sahara.**
Quaternaire récent. . .	Alluvions des vallées du Tell et des chotts des Hauts-Plateaux, avec coquilles d'espèces actuelles.	Alluvions des vallées du sud de l'Atlas et limon de la plaine du Zab oriental, avec coquilles actuelles.	Alluvions des vallées du Sahara et limons gypseux et salifères des chotts, sebkha et daya, avec *Cardium edule* et coquilles actuelles.
	Fin du creusement des vallées principales et des grandes cuvettes de chotts.		
Quaternaire ancien. . .	Diluvium des Hautes-Steppes (limon rouge et cailloux roulés, croûte gypso-calcaire) et travertins, avec coquilles actuelles.	Poudingues, sables et croûte gypso-calcaire de la lisière nord du Sahara ($q = 5^m$).	Couches à *C. edule* du chott Melrir. — Poudingues, sables et croûte gypso-calcaire, avec coquilles actuelles, des plateaux sahariens.
	Failles et dénivellations.	*Soulèvement de l'est de Biskra.*	*Soulèvement du Kef-el-Dohr.*
Pliocène supérieur. . .	Conglomérats, sables jaunes et limons ferrugineux à *Bulimus Bavouxi*, à *Hipparion*, *Equus Stenonis* et nombreux vertébrés, d'Aïn-el-Bey, du Mansourah, du Coudiat Ati (environs de Constantine), de Bizot, des environs de Sétif, de Guelma et de la vallée de la Seybouse, etc.	Poudingues, grès et sables gypseux, jaunes ou rouille, du Hodna et de la lisière nord du Sahara ($t^2c = 120^m$, près Biskra).	Poudingues, sables et grès gypseux, jaunes ou rouille, des falaises de l'Oued Rir' ($t^2b = 20^m$), et de Ouargla : ($t^2a = 100^m$). — Terrain saharien.
Pliocène inférieur . . .	Travertins et marnes à *Bul. Bavouxi*, *Helix semperiana*, var., à *Hipparion* et *Equus*, d'Aïn-el-Bey et d'Aïn-el-Hadj-Baba (environs de Constantine, 100^m). — Marnes sableuses à lignites et argiles gypsifères à *Unio Dubocqui*, *Melanopsis Thomasi*, etc., du bassin de Smendou (50^m). — Poudingues à la base. | Marnes gypsifères et conglomérats à *H. semperiana* et nombreuses hélices dentées, du Polygone d'artillerie, du Hammam (environs de Constantine), de Bizot, de Guelma, etc.	Marnes gypseuses, travertins, grès et poudingues à *Helix Tissoti* du Hodna et de la lisière nord du Sahara. (t_1). Poudingues à la base.	Argiles, marnes et intercalations sableuses, avec gypse et calcaire concrétionné, du chott Melrir (plus de 150^m), de l'Oued-Rir' ($t = 65^m$), et de Ouargla ($t' = 8^m$), avec *H. semperiana*, var. — Poudingues, sables quartzeux et cailloux roulés des nappes artésiennes de l'Oued Rir' et de Ouargla : (t^1, plus de 70^m). — Terrain saharien.

L'un d'eux se rapporte à une espèce extrêmement voisine de l'*Helix semperiana*, Crosse : la commissure externe présente, de même, une très forte dent ; le bord de l'ouverture est également très épaissi ; mais l'échancrure y est moindre et s'y trouve remplacée par une simple inflexion, absolument comme dans la variété d'*H. semperiana* des travertins d'Aïn-el-Bey, près de Constantine. Cette échancrure fait aussi défaut, d'ailleurs, dans l'*Helix Tissoti*, Bayan, dont l'*Helix* considérée semble n'être qu'une réduction.

En somme, on peut dire que les *Helix* de Mraïer appartiennent incontestablement au petit groupe des *H. Tissoti* et *H. semperiana*, groupe qui caractérise le Pliocène inférieur dans les régions de Biskra et de Constantine.

J'avais donc pleinement raison quand je me refusais à séparer les atterrissements anciens de l'Oued Rir' et le *terrain pliocène d'eau douce de Biskra*, considéré comme plus ancien par les autres géologues. L'étage fluvio-lacustre l_1, de Biskra (1) *à Helix Tissoti*, correspond, avec ses marnes, ses intercalations de poudingues et son substratum, aux étages l et t^1 de l'Oued Rir', et l'étage supérieur de transport de Biskra t^2c correspond à l'étage t^2b de l'Oued Rir'.

Plus au nord, les mêmes formations règnent dans le bassin du Hodna, où l'*H. Tissoti* fut découverte autrefois par Fournel, à Barika.

Plus au nord enfin, on passe aux formations contemporaines d'eau douce des régions de Sétif, de Constantine, de Guelma, etc., dont le tableau ci-joint (2) indique les principaux termes, d'après les travaux de M. Ph. Thomas, et qui appartiennent respectivement au Pliocène inférieur (3) et au Pliocène supérieur.

Comparant les faits ainsi observés indépendamment par M. Thomas dans le nord et par moi dans le sud, on conclut à une correspondance indubitable entre ces formations d'eau douce de l'Atlas et du Sahara.

Deux grandes phases apparaissent clairement dans cette période pliocène continentale du nord de l'Afrique. La première débute par des phénomènes de transport, représentés par les sables inférieurs t^1 du Sahara et par les poudingues qui, en Algérie, recouvrent en beaucoup de points les couches miocènes à *Ostrea crassissima ;* elle comprend ensuite un long intervalle de calme, représenté par les marnes lacustres et les travertins du Sahara (l) et de l'Atlas. La seconde phase est essentiellement clysmienne, avec des phénomènes généraux de dénudation et de transport, dans le sud (t^2) comme dans le nord.

Il y a lieu de noter ensuite des phénomènes mécaniques d'une amplitude

(1) Voir la seconde colonne du tableau ci-joint.
(2) Voir la première colonne du tableau.
(3) Le terme inférieur de la série (couches lacustres à *H. semperiana* de Constantine, marnes à *lignites* de Smendou) est même considéré par M. Thomas comme représentant une sorte de *Mio-pliocène* de transition.

variable : redressement des terrains d'eau douce de Biskra, soulèvement du Kef-el-Dohr dans le Sahara, etc.

Postérieurement survint une nouvelle série de phénomènes clysmiens, auxquels correspond le dépôt d'un manteau diluvien, plus important par son extension que par son épaisseur, et c'est là, tout au plus, qu'on peut faire commencer l'ère quaternaire dans le nord de l'Afrique.

C'est à ce niveau géologique que se placent les couches à *Cardium edule* des petits gour des bords du chott Melrir.

Le *C. edule* ne saurait, d'ailleurs, suffire à caractériser une époque définie, et la dénomination de *terrain à C. edule*, par laquelle Tissot désignait l'ensemble des atterrissements sahariens, est tout à fait impropre. Le *C. edule* est apparu au Sahara vers la fin de la période pliocène (1); il a présenté son maximum de développement pendant le Quaternaire ancien, et, depuis lors, il n'a cessé d'être l'hôte passager des lagunes sahariennes jusqu'à une époque très récente et presque actuelle.

M. A. JULIEN

Vétérinaire en premier au 3e régiment de chasseurs d'Afrique, à Constantine.

APERÇU SUR LE MODE DE DISTRIBUTION DES PLANTES DE LA RÉGION DE CONSTANTINE

— Séance du 30 mars 1888 —

De toutes les flores locales de l'Algérie, celle des environs de Constantine est l'une des mieux connues. Depuis 1837, elle a été l'objet de recherches de nombreux botanistes, quelques-uns illustres. MM. Bové (1837-41), Durieu de Maisonneuve (1842-1844), de Marsilly (1851), Cosson (1853-1880), Choulette (1854-58), Hénon (1859-83), Paris (1871), Reboud (1875-85), Doumet-Adanson (1880), etc., ont successivement herborisé dans la région. Les caractères de la flore ont donc été trop bien et trop souvent étudiés pour que j'espère y ajouter quelque chose : ce n'est point non plus ce que je me propose. Venu sur le tard, je n'ai pu que glaner, en même temps que je relevais les habitats des espèces signalées par mes devanciers. Aussi mon but n'est-il que de donner un aperçu du

(1) Il se trouve à Oum-el-Thiour, dans l'étage supérieur de transport t^2b, des atterrissements anciens.

mode de distribution des plantes propres à la région. Des excursions, continuées pendant cinq ans et à toutes les époques de l'année, assurent peut-être à ma communication le seul mérite auquel elle puisse prétendre, l'exactitude dans l'exposé des principales stations botaniques de la contrée.

Compris entre les 36e et 37e degrés de latitude nord, les 4e et 5e degrés de longitude est, le pays de Constantine occupe sur les confins du Tell, à soixante kilomètres du littoral, un point où la zone des Hauts-Plateaux est exceptionnellement rapprochée de la côte; de plus quelques chaînons montagneux, contreforts des massifs de la petite Kabylie, sillonnent la région, offrant des altitudes extrêmes de 1,200 à 1,300 mètres. Ainsi s'expliquent l'association d'espèces naturelles, qui d'habitude s'excluent et la participation de la flore locale aux caractères assignés par le savant M. Cosson à trois des grandes divisions botaniques du nord de l'Afrique. L'explorateur trouve, en effet, dans un rayon de quinze à vingt kilomètres et vivant dans une promiscuité qui étonne, des représentants des flores du littoral, de la région montagneuse moyenne et des Hauts-Plateaux. Si j'ajoute que la disposition du terrain diversifie considérablement les conditions d'existence des plantes et multiplie d'une façon exceptionnelle les stations botaniques, j'aurai donné les principales raisons de la richesse et de la variété de la flore, de l'attrait des excursions dans la région de Constantine.

Montagnes. — Les plus hautes altitudes de la contrée se rapportent aux sommets des Djebel Chettabah (1,322m), Djebel Oum-Settas (1,309m), Djebel Ouach (1,221m). Ces reliefs sont dus au soulèvement du terrain crétacé inférieur, de l'étage néocomien surtout; dans la partie orientale du Djebel Ouach seulement, la formation crétacée est recouverte par des grès nummulitiques. Le caractère le plus saillant des crêtes et des escarpements de ces montagnes réside dans une dénudation extrême. Partout les roches calcaires se montrent à nu et c'est à peine si l'on rencontre dans leurs anfractuosités quelques arbrisseaux rabougris: *Pistacia atlantica*, *Prunus prostratus*, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, etc., quelques touffes d'*Ampelodesmos tenax*, d'*Andropogon hirtum* et de rares plantes herbacées, comme: *Ranunculus millefoliatus*. *Alyssum atlanticum*, *Arabis pubescens*, *Centaurea tagana*, *Nepeta algeriensis*, *Asphodeline lutea*, etc.

Les pentes de moyenne inclinaison et les plateaux des montagnes, dont le sol provient de la désagrégation des roches supérieures et des marnes feuilletées du sous-sol, sont généralement occupés par une végétation vigoureuse livrée aux déprédations des troupeaux. Ici, ce sont de véritables champs de dyss périodiquement incendiés pour le renouvellement des pâturages; ailleurs, de la broussaille, d'essences variées, qui n'atteint que de médiocres dimensions; nulle part, une végétation véritablement forestière. Les espèces ligneuses sont, dans leur ordre de fréquence:

Quercus ilex.
Juniperus oxycedrus.
Phillyrea angustifolia.
— media.
Calycotome spinosa.
Pistacia lentiscus.
Jasminum fruticans.
Lavandula stœchas.
Lonicera implexa.
Myrtus communis.
Coronilla valentina.
Genista tricuspidata.
Cratægus monogyna.
Cistus salvæfolius.
Rosa rubiginosa.
Rubus fruticosus.

Cantonnées dans des stations spéciales, on trouve aussi :

Cistus villosus.
Fumaria spachii.
Rhus coriaria.
— oxyacanthoïdes.
Genista ulicina.
Genista numidica.
Retem spherocarpa.
Erica arborea.
— multiflora.
Arbutus unedo.
Rosmarinus officinalis.
Ruscus aculeatus.
Teucrium flavum, etc.

A l'abri de la végétation arbustive, se développent des espèces plus humbles, mais qui, pourtant, donnent son véritable intérêt à la station botanique. Trop nombreuses pour être énumérées en entier, voici, du moins, celles qui sont les plus caractéristiques :

Anemone palmata.
Ranunculus flabellatus.
— gramineus.
Delphinium pentagynum.
Teesdalia lepidinus.
Hutchinsia petræa.
Biscutella radicata.
Helianthemum lavandulæfolium.
Silene mellifera.
Lychnis cœli-rosa.
Linum corymbiferum.
Erodium guttatum.
Ononis tuna.
Trifolium Bocconei.
Ornithopus compressus.
Hippocrepis scabra.
Vicia lathyroïdes.
Daucus setifolius.
Selinopsis montana.
Tolpis barbata.
Andryala integrifolia.
Pulicaria odora.
Ormenis mixta.
Anthemis pedunculata.
Lonas inodora.
Centaurea incana.
Crupina morisii.
Campanula dichotoma.
Chlora perfoliata.
Polygala rosea.
Anarrhinum pedatum.
Odontites rigidifolia.
Phlomis mauritanica.
Brunella alba.
Armeria plantaginea.
Phalangium algeriense.
Anthericum bicolor.
Gladiolus bizantinus.
Iris stylosa.
Epipactis latifolia.
Biarum bovei.
Ambrosinia bassii.
Moliniera minuta.
Mibora verna.
Corynephorus articulatus.
Aira capillaris.
Lagurus ovatus.
Orchis mascula, etc.

Souvent des clairières interrompent les dyss et la broussaille. Les unes sont livrées à la culture indigène ; le plus grand nombre, bien gazonnées, forment d'excellents pâturages et donnent les meilleures prairies de la région. Les espèces dominantes de ces dernières, qu'on retrouve aussi dans leurs fourrages, sont :

Spergula arvensis.
Erodium ciconium.
Lotus conimbricensis.
Medicago turbinata.
— soleirolii.
Trifolium ligusticum.
— lappaceum.
— maritimum.
— phleoïdes.
Scorpiurus sulcata.
Bellis sylvestris.
Anthoxanthum odoratum.
Alopecurus macrostachys.
Agrostis alba.
Holcus lanatus.
Trisetum flavescens.
Kœleria phleoïdes.
Poa trivialis.
Briza minor.
Cynosurus polybracteatus.
Vulpia sicula.
— ligustica.
Festuca elatior.
Bromus leiostachys.
Lolium italicum.
Gaudinia fragilis, etc.

Généralement ces prairies occupent des dépressions du sol, des pentes et des cuvettes naturelles où les eaux souterraines convergent et entretiennent une humidité favorable à la végétation. En quelques points, le sol devient fangeux et il se produit même des tourbières dans lesquelles on peut recueillir :

Arenaria spathulata.	Montia minor.	Orchis fragrans.
Lychnis læta.	Saxifraga atlantica.	Vallisneria spiralis.
Menchia octandra.	Œnanthe anomala.	Isoetes histrix.
Radiola linioïdes.	Eryngium barrelieri.	Juncus tenageia.
Lotus clausonis.	Laurentia michelii.	Scirpus savii.
Trifolium lævigatum.	Anagallis crassifolia.	Carex glauca, etc.
Peplis hispidula.	Orchis tridentata.	

Enfin, il existe dans la région montagneuse de Constantine une station botanique, dont l'exploration ne doit pas être négligée. Sous l'influence de l'humidité et grâce à la protection qu'ils doivent à leurs bords escarpés, les ravins profonds deviennent souvent le refuge d'une végétation arborescente, qui manque partout ailleurs. La broussaille y prend ses plus grandes dimensions et il n'est pas rare d'y rencontrer des échantillons de *Populus alba*, d'*Ulmus campestris*, de *Salix pedunculata* qui ont atteint un remarquable développement. Malheureusement les torrents qui ont creusé ces ravins sont à sec pendant la plus grande partie de l'année. C'est l'exception quand le ruisseau persiste en été, formant de distance en distance des flaques d'eau limpide où viennent s'abreuver les troupeaux ; mais alors ses bords et son lit constituent des lieux d'élection pour les espèces suivantes :

Ranunculus atlanticus.	Geum urbanum.	Brunella algeriensis.
Geranium malvæflorum.	Epilobium tetragonum.	Scrophularia aquatica.
Myriophyllum spicatum.	Magydaris tomentosa.	Fritillaria meleagris.
Lathyrus sylvestris.	Apium graveolens.	Scilla parviflora.
Trifolium pratense.	Lonicera etrusca.	Pteris aquilina.
— panormitanum.	Senecio giganteus.	Osmunda regalis, etc.
Lotus rectus.	Nardosmia fragans.	
Rosa canina.	Cirsium giganteum.	

Telles sont, brièvement caractérisées, les principales stations botaniques de nos montagnes. Il est, d'ailleurs, à remarquer que, si rapprochées que soient ces dernières et si semblables quant aux conditions de latitude, d'altitude et de composition géologique, elles ont néanmoins chacune leur florule propre, bien différenciée. Non seulement le mode de distribution des plantes communes diffère, mais chacun des pâtés montagneux a ses espèces particulières. Ainsi le Djebel Ouach est envahi par les dyss interrompus de prairies et la broussaille ne s'y trouve qu'à l'état d'îlots ou de traînées, le long des nombreux ruisseaux qui descendent des crêtes; le Djebel Chettabah est au contraire couvert en grande partie de broussailles

avec quelques clairières occupées par les dyss; le Djebel Oum-Settas tient le milieu; certains cantons sont couverts de dyss, d'autres de broussailles. D'autre part, on peut considérer comme particulières au Djebel Ouach les espèces suivantes, choisies dans le nombre:

Lepidium acanthocladum.	Helminthia duriœi.	Armeria plantaginea.
Cytisus triflorus.	Filago heterantha.	Anthericum bicolor.
Lupinus luteus.	Centaurea tagana.	Fritillaria meleagris.
Trifolium phleoïdes.	Erica arborea.	Ruscus aculeatus.
— bocconei.	— multiflora.	Orchis provincialis.
Lotus conimbricensis.	Lavandula stœchas.	Ambrosinia bassii.
Vicia lathyroïdes.	Nepeta algeriensis.	Corynephorus articulatus.
Daucus setifolius.	Phlomis mauritanica.	Agrostis minima.

et comme exclusives à la florule du Djebel Chettabah:

Ranunculus gramineus.	Retem spherocarpa	Jasminum fruticans.
— millefoliatus.	Ononis tuna.	Odontites rigidifolia.
Delphinium pentagynum.	Coronilla valentina.	Epipactis latifolia.
Helianthemum lavandulæfolium.	Hypocrepis scabra.	Rosmarinus officinalis.
Genista numidica.	Arbutus unedo.	Orchis mascula, etc.

Dans cette rapide esquisse de la flore montagneuse de Constantine, on a pu voir que son caractère le plus saillant est l'absence presque absolue d'essences forestières. A peine trouve-t-on quelques petits îlots de chênes-verts, à demi développés et sauvegardés le plus souvent par la superstition des indigènes qui ont respecté le voisinage d'un lieu vénéré. Il n'existe même plus, à vingt-cinq et trente kilomètres à la ronde, de débris végétaux qui permettent d'établir qu'à une époque rapprochée de nous une partie quelconque des montagnes ait été véritablement boisée. La broussaille, constamment rapetissée par la dent des troupeaux, n'atteint elle-même quelque développement que dans les parties peu accessibles ou dans celles qui sont réservées par l'administration forestière. Mais ici, du moins, comme on peut le constater au Djebel Chettabah, éclate la preuve des effets bienfaisants d'une protection sérieuse. Un domaine forestier est en voie de reconstitution et fait entrevoir la possibilité de restituer aux montagnes les plus arides, et sans qu'il en coûte autre chose que de la surveillance, la couronne de verdure qui modifierait si avantageusement l'aspect et les conditions climatériques du pays. L'action du service forestier est malheureusement trop limitée dans l'arrondissement de Constantine: il y a lieu de le regretter en présence des magnifiques résultats qu'il a obtenus dans le boisement des pentes du Mansourah et du Méridj, devant ceux de l'administration des Ponts et Chaussées dans la région des réservoirs du Djebel Ouach. De véritables forêts ont été édifiées de toutes pièces en un temps relativement très court.

Les hauteurs de second ordre de la région sont formées par des plateaux, des collinés et des coteaux.

PLATEAUX. — Les plateaux du Mansourah, du Méridj, d'Aïn-el-Bey, d'Aïn-el-Hadj-Baba, etc., dont l'altitude varie de 600 à 800 mètres, appartiennent aux formations tertiaires ou quaternaires lacustres. Fertiles dans les points où la terre végétale existe en suffisante épaisseur et alors livrés exclusivement à la culture des céréales, ils fournissent aussi quelques plantes caractéristiques, comme :

Adonis autumnalis.	Cordylocarpus muricatus.	Lamothea choulettiana.
Ceratocephalus falcatus.	Camelina sylvestris.	Xeranthemum inapertum.
Hypecoum pendulum.	Iberis pectinata.	Festuca divaricata.
Rœmeria hybrida.	Reseda luteola.	Atropis distans.
Nigella hispanica.	Trifolium angustifolium.	Kœleria valesiaca.
Delphinium orientale.	Carum mauritanicum.	Avena australis, etc.
Carrichtera vellæ.	Podospermum laciniatum.	

Les parties des plateaux, qui sont dépourvues de terre végétale et dont le sol est affleuré par les roches, — calcaires d'eau douce, travertins, tufs, — sont consacrées au pâturage. C'est dans les maigres pacages, situés entre les routes de Batna et de Sétif, qu'on recueille plusieurs plantes appartenant à la flore des Hauts-Plateaux. Les espèces les plus intéressantes de ces localités sont :

Matthiola lunata.	Bupleurum glaucum.	Carduncellus atlanticus.
Alyssum serpyllifolium.	Pimpinella dichotoma.	Leuzea conifera.
Helianthemum croceum.	Deverra scoparia.	Inula montana.
— rubellum.	Catananche cæspitosa.	Atractylis cæspitosa.
Anthyllis numidica.	Othonna cheirifolia.	Rochelia stellulata.
Astragalus nummularius.	Asterothrix hispanica.	Salvia phlomoïdes.
Hedysarum humile.	Santolina squarrosa.	Androsace maxima.
Onobrychis argentea.	Artemisia herba-alba.	Stipa tenacissima.
Thapsia villosa.	Centaurea parviflora.	Lygeum spartum, etc.
Bupleurum procumbens.	— decumbens.	

Une disposition commune à tous les plateaux est leur inclinaison vers le sud; de ce côté, ils se raccordent généralement par des pentes douces aux terrains environnants, tandis qu'ils se terminent au nord et au nord-est par des escarpements rocheux, d'une hauteur variable, qui surplombent les vallées. Ces derniers points constituent une station botanique des plus intéressantes, qu'il n'est guère possible de distinguer de celle formée par les gorges si remarquables de la contrée. Dans les deux cas, les pentes rocheuses, plus ou moins raides, offrent aux plantes les mêmes conditions d'existence et sont aussi occupées par les mêmes espèces. Ce sont surtout:

Clematis cirrhosa.	Brassica Gravinæ.	Silene velutina.
Fumaria numidica.	Hutchinsia procumbens.	— cirtensis.
Sinapis pubescens.	Capparis spinosa.	Dianthus siculus.

Erodium hymenodes.
Ruta bracteosa.
Rhamnus prostratum.
— lycioïdes.
— oleoïdes.
Rhu soxyacanthoïdes.
Psoralea bitummosa.
Onobrychis venosa.
Ferula communis.
Cachrys pterochlœna.
Athamanta sicula.
Callipeltis cucullaria.
Centranthus ruber.
Valeriana tuberosa.
Catananche cærulea.
Phagnalon rupestre.
— sordidum.
Campanula erinus.
— numidica.
Campanula atanltica.
Linaria flexuosa.
Acanthus mollis.
Calamintha acinos.
Stachys circinnata,
— numidica.
Cyclamen africanum.
Oreoblithon thesioïdes.
Chamærops humilis.
Polypodium vulgare.
Cheilanthus fragrans.
Ceterach officinarum, etc.

Collines et Coteaux. — Le sol des collines et des coteaux, constitué par des argiles calcaires, des marnes rouges ou bleues, ou par des poudingues à gangue également argileuse, est très propre à la culture. Il forme la plus grande partie des terres à céréales de la région. Il est généralement livré à la charrue indigène. Aussi présente-t-il de nombreuses touffes de *Cynara cardunculus*, d'*Asphodelus racemosus*, d'*Urginea maritima*, de *Thapsia garganica*, d'*Ampelodesmos tenax*, d'*Andropogon hirtum*, qui semblent ménagées à dessein par le cultivateur indigène. Les îlots de broussaille, également respectés par la charrue, ne font pas défaut; ils sont formés de :

Zizyphus vulgaris.
Anagyris fœtida.
Calycotome spinosa.
Cratægus monogyna.
— oxyacantha.
Cratægus azarolus.
Daphne gnidium.
Passerina hirsuta.
Osyris alba.
Asparagus albus.
Asparagus tenuifolius.
Rosa canina.
— rubiginosa.
Rubus fruticosus, etc.

Les riches moissons dont les coteaux se couvrent tous les ans, comme aussi les lots laissés en jachères, fournissent une flore herbacée des plus variées, dont il me suffira d'énumérer les principales espèces :

Adonis æstivalis.
Papaver hybridum.
Glaucium cornicalatum.
Fumaria parviflora.
— micrantha.
Erysimum orientale.
Sisymbrium amplexicaule.
Rapistrum rugosum.
Neslia paniculata.
Reseda papillosa.
Linum angustifolium.
Lavatera stenopetala.
Ononis monophylla.
— biflora.
Trifolium agrarium.
— tomentosum.
Melilotus sulcata.
Astragalus sesameus.
— hamosus.
Coronilla scorpioïdes.
Lathyrus ochrus.
Lathyrus cicera.
Vicia lutea.
— onobrychioïdes.
— calcarata.
Ecbalium elaterium.
Daucus aureus.
— muricatus.
Bifora testiculata.
Torilis nodosa.
Bupleurum protractum.
Ridolfia segetum.
Ptychotis verticillata.
Scandix pecten-veneris.
Sherardia arvensis.
Asperula arvensis.
Valerianella discoïdea.
Scolymus grandiflorus.
— maculatus.
Rhagadiolus stellatus.
Seriola ætnensis.
Filago germanica.
Micropus bombycinus.
Centaurea melitensis.
— schouwii.
Kentrophyllum lanatum.
Onobroma helenoïdes.
Carlina sulphurea.
Specularia hybrida.
Convolvulus undulatus.
Anchusa italica.
Verbascum sinuatum.
Celsia eretica.
Salvia bicolor.
— patula.
— verbenaca.
Stachys duriœi.
Teucrium resupinatum.
Euphorbia sulcata.
Ornithogalum pyrenaicum.
— arabicum.
Phalaris nodosa, etc.

Les pentes de trop forte inclinaison et les parties stériles des coteaux, abandonnées à la pâture, se couvrent d'une végétation spontanée, dans laquelle on reconnaît :

Ranunculus bullatus.	Astragalus caprinus.	Senecio leucanthemifolius.
— spicatus.	Hedysarum coronarium.	Bellis atlantica.
Delphinium peregrinum.	Onobrychis alba.	Carduus macrocephalus.
Draba verna.	Poterium magnolii.	Rhaponticum acaulis.
Thlaspi perfoliatum.	Paronychia argentea.	Microlonchus clusii.
Alyssum maritimum.	Daucus maximus.	Carduncellus pinnatus.
Moricandia arvensis.	Elœoselinum fontanesii.	Atractylis cancellata.
Bivonea lutea.	Fœniculum officinale.	Erythrea centaurium.
Biscutella apulą.	Pimpinella lutea.	Polygala monspeliense.
Helianthemum salicifolium.	Eryngium triquetrum.	Cynoglossum cheirifolium.
Silene hispida.	Crucianella angustifolia.	Solenanthus lanatus.
— bipartita.	Scabiosa maritima.	Linaria triphylla.
— pseudo-atocion.	Catananche lutea.	Scrophularia canina.
Gypsophylla compressa.	Thrincia tuberosa.	Euphragia latifolia.
Haplophyllum linneanum.	Helminthia echioïdes.	Thymus lanceolatus.
Argyrolobium linneanum.	Scorzonera undulata.	Micromeria græca.
Ononis natrix.	Pieridium vulgare.	Phlomis herba-venti.
— picta.	Kalbfusia multori.	Coris monspeliensis.
Anthyllis vulneraria.	Pallneis spinosa.	Globularia alypum.
Medicago truncatula.	Othonna cheirifolia.	Plantago albicans.
Ebenus pinnata.	Anacyclus pyrethrum.	Ornithogalum umbellatum.
Melilotus parviflora.	Chrysanthemum myconis.	Andropagon hirtum, etc.

Enfin, il me reste à signaler les lieux humides, fangeux, disséminés sur le flanc des collines et des coteaux, les abords des sources et des fontaines indigènes, tous les points enfin où, pour une raison quelconque, les eaux viennent sourdre et croupir, former mare ou marais. Là, on rencontre particulièrement :

Ranunculus aquatilis.	Lythrum græfferi.	Orchis latifolia.
— ophioglossifolius.	Erythrea spicata.	Typha angustifolia.
— sceleratus.	Trixago apula.	Juncus buffonius.
Nasturtium officinale.	Eufragia viscosa.	— pygmeus.
Silene fuscata.	Mentha pulegium.	Cyperus badius.
Callitriche verna.	Teucrium scordioïdes.	Heleocharis palustris.
Helosciadium nodiflorum.	Samolus valerandi.	Scirpus maritimus.
Œnanthe fistulosa.	Alisma plantago.	Carex gynobasis, etc.

Je ne puis terminer l'énumération de la végétation des coteaux de la contrée sans signaler les vignes qui couvrent quelques-uns d'entre eux. Quoique cette culture n'occupe encore que 2,800 hectares de terrain dans l'arrondissement de Constantine, les résultats obtenus jusqu'à ce jour ne laissent aucun doute sur les bénéfices qu'on en retirera plus tard.

VALLÉES. — Les deux principaux cours d'eau de la région, le Rhummel et son affluent l'Oued Bou-Merzoug, participent du régime des rivières de l'Algérie. D'un débit très faible en été, mais exposés aux crues subites à la suite des orages, ils s'étalent pendant la période des pluies dans les

parties basses de leurs vallées. D'autres oueds, affluents des premiers et d'une moindre importance, souvent à sec en été, torrents en hiver, descendent des montagnes et des collines.

Le lit de tous ces cours d'eau est encombré par des touffes de *Tamarix gallica* et de *Nerium oleander;* sur les bords, trop souvent dénudés, on trouve : *Salix pedunculata*, *Populus alba*. Une végétation assez peu variée croît le long des rives ; elle comprend :

Ranunculus philonotis.	Gomphocarpus fruticosus.	Potamogeton pectinatus.
Spergula marina.	Scrophularia aquatica.	Juncus caricinus.
Hypericum pubescens.	Veronica anagallis.	Cyperus fuscus.
Lotus rectus.	Mentha sylvestris.	— longus.
Tetragonolobus siliquosus.	Lippia nodiflora.	Scirpus maritimus.
Trifolium resupinatum.	Atriplex halimus.	— holoschœnus.
— isthmocarpum.	Rumex aquaticus.	Arundo asiaca.
Potentilla reptans.	— crispus.	Equisetum telmateya, etc.
Epilobium hirsutum.	Polygonum amphibium.	
Lythrum salicaria.	Potamogeton natans.	

Les atterrissements du Rhummel forment, en amont et en aval de Constantine, des grèves sablonneuses assez étendues, quand les eaux sont basses et qui se couvrent alors d'une végétation clairsemée, dont les principaux représentants sont :

Sisymbrium runcinatum.	Corrigiola littoralis.	Xanthium spinosum.
Peganum harmala.	Telephium imperati.	Teucrium campanulatum.
Medicago secundiflora.	Bupleurum glaucum.	Asphodelus fistulosus.
Herniaria cinerea.	Deverra scoparia.	Echinaria capitata, etc.
Paronychia aurasiaca.	Pulicaria arabica.	

Quelques plaines basses et à sol alluvionnaire résultent de l'élargissement des vallées, de celles du Rhummel et de l'Oued Bou-Merzoug principalement. Certaines d'entre elles, au Hamma et au confluent des deux rivières, abondamment irriguées, sont de véritables oasis livrées à la culture maraîchère. Outre les arbres fruitiers du pays : orangers, citronniers, amandiers, grenadiers, caroubiers, figuiers, abricotiers, pêchers, on remarque quelques olivettes d'excellent rapport et des espèces introduites comme le pommier, le poirier, le noyer, le prunier, le cerisier, etc., qui toutes donnent des produits très rémunérateurs. Dans ces cultures, on trouve les plantes herbacées cosmopolites, qui constituent partout la mauvaise herbe des jardins. Je citerai parmi elles :

Ranunculus muricatus.	Fedia cornucopiæ.	Plantago major.
— trilobus.	— caput-bovis.	— media.
Ficaria calthæfolia.	Dipsacus sylvestris.	Amaranthus patulus.
Diplotaxis erucoïdes.	Calendula arvensis.	— sylvestris.
Eruca sativa.	Senecio delphinifolius.	Atriplex patula.
Cardamine hirsuta.	Convolvulus arvensis.	Beta vulgaris.
Sinapis alba.	Solanum nigrum.	Polygonum convolvulus.
Brassica oleifera.	Linaria reflexa.	Cynodon dactylon.
Sisymbrium irio.	Stachys arvensis.	Setaria verticillata.
Daucus maritimus.	Lamium amplexicaule.	Panicum crus-galli, etc.

Ranunculus palustris.	Leucanthemum glabrum.	Cynosurus cristatus.
Silene fuscata.	Cichorium intybus.	Vulpia sicula.
Medicago lappacea.	Spitzelia cupuligera.	Festuca mediterranea.
— truncatula.	Centaurea pullata.	Bromus mollis.
— denticulata.	Phalaris truncata.	Agropyrum glaucum.
Trifolium isthmocarpum.	— cærulescens.	Hordeum murinum.
— fragiferum.	Anthoxanthum odoratum.	Œgylops ovata.
— repens.	Alopecurus ventricosus.	— ventricosa.
— maritimum.	Agrostis alba.	Lolium italicum.
— lappaceum.	Polypogon monspeliense.	— multiflorum.
Melilotus parviflorus.	Avena pratensis.	Euphorbia helioscopia.
Astragalus hamosus.	— barbata.	— pubescens.
Hedysarum coronarium.	Trisetum flavescens.	Juncus effusus.
Hippocrepis unisiliquosa.	Glyceria plicata.	Cyperus longus.
Barkausia amplexicaulis.	Poa trivialis.	Scirpus holoschœnus.
— vesicaria.	Dactylis australis.	Carex echinata, etc.

Si les cultures industrielles et les prairies artificielles, qui n'existent qu'à l'état de rares exceptions, sont jamais importées dans l'arrondissement de Constantine, ce sera dans les sols francs et alluvionnaires des vallées qu'elles trouveront les meilleures conditions de réussite. Toutefois, l'établissement de barrages deviendra nécessaire pour fournir l'eau qu'elles réclament. Jusqu'à ce jour, les parties des vallées qui ne sont pas irriguées sont consacrées à peu près exclusivement à la culture des céréales et leur végétation spontanée se rapproche beaucoup de celle des vallées du littoral, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la liste suivante des plantes les plus communes :

Anemone coronaria.	Geranium dissectum.	Tragopogon australis.
Ranunculus arvensis.	Ononis serrata.	Chrysanthemum segetum.
Adonis æstivalis.	Medicago marginata.	Pallenis spinosa.
Papaver rheas.	— orbicularis.	Pinardia coronaria.
Fumaria officinalis.	— ciliaris.	Kentrophyllum cæruleum.
Raphanistrum arvense.	Vicia angustifolia.	Convolvulus tricolor.
Reseda alba.	Hedysarum coronarium.	Bellevalia mauritanica.
Silene tenoreana.	Caucalis leptophylla.	Narcissus Tazetta.
Saponaria vaccaria.	Daucus gracilis.	Phalaris cærulescens.
Cerastium glomeratum.	Valerianella dentata.	Gastridium budigerum, etc.
Lavatera trimestris.	Hedypnoïs cretica.	
Malope stipulacea.	Hyoseris scabra.	

Le désir de ne pas sortir des généralités m'oblige à laisser de côté les stations de second ordre et à taire les singularités que plusieurs espèces locales présentent dans leur mode de distribution. J'espère, toutefois, que, même dans les limites que je me suis tracé, cette rapide revue donnera un aperçu suffisamment complet de la flore des environs de Constantine. Des 1,200 à 1,300 espèces que j'ai récoltées dans la région, je n'ai dû citer que celles qui m'ont paru caractériser le mieux chacune des stations botaniques ; on comprendra, du reste, que, pour certaines d'entre elles, mes indications n'ont qu'une valeur relative, les hasards de l'existence

pouvant parfaitement faire apparaître ces plantes dans des localités où je ne les ai pas recueillies, sans que, pour cela, les grandes lignes de mon esquisse cessent d'être exactes.

Dans les mêmes lieux, les haies qui bordent les chemins et séparent les propriétés sont abandonnées à toute leur exubérance; elles sont composées de la façon suivante :

Clematis flammula.	Rubia peregrina.	Osyris alba.
Prunus insititia.	— lævis.	Asparagus tenuifolius.
Rosa sempervirens.	Sambucus nigra.	Smilax mauritanica.
Cratægus monogyna.	Cynanchum acutum.	Tamus communis.
Rubus fruticosus.	Solanum dulcamara.	Lycium vulgare, etc.

A leur abri se développent :

Fumaria capreolata.	Conium maculatum.	Arum italicum.
Silene inflata.	Galium aparine.	Arisarum vulgare.
Lychnis macrocarpa.	Convolvulus altheoïdes.	Agrostis reuteri.
Vicia varia.	Lycopus europeus.	Melica ciliata.
Agrimonia eupatoria.	Calamintha heterotricha.	Cynosurus echinatus.
Bryonia dioïca.	Melissa officinalis.	Pipatherium miliaceum, etc.
Torilis infecta.	Balotta fœtida.	
Smyrnium olusatrum.	Allium triquetrum.	

C'est aussi dans les jardins et les vergers des vallées qu'on rencontre épars çà et là, souvent mêlés aux arbres fruitiers, les plus grands spécimens des espèces arborescentes indigènes de la contrée. Ce sont :

Rhamnus alaternus.	Fraxinus australis.	Populus alba.
Pistacia atlantica.	Celtis australis.	Salix babylonica, etc.
Ceratonia siliquosa.	Ulmus campestris.	

En leur compagnie prospèrent des espèces évidemment introduites, telles que : les mûriers blancs et noirs, l'arbre de Judée, le cyprès, l'eucalyptus, le peuplier d'Italie, l'olivier de Bohême, etc. Le palmier-dattier lui-même est représenté par quelques individus, qui ont atteint de belles dimensions, mais dont les fruits n'acquièrent pas le degré nécessaire de maturité.

Les autres épanouissements des vallées, qui sont susceptibles d'être irrigués, sont généralement transformés en prairies. Celles-ci, quelquefois inondées en hiver, donnent des produits abondants et de bonne qualité, qui ne ressemblent en rien à la denrée provenant des terrains en jachère ou en friche, qui a été pendant si longtemps le seul fourrage du pays. Sans doute que ces foins sont parfois quelque peu dépréciés par le mélange aux bonnes plantes fourragères des espèces grossières, inalibiles ou nuisibles, qui végètent dans les sols humides. Mais, dans tous les cas, les Graminées et les Légumineuses dominent de beaucoup; ce sont avec les autres espèces les plus communes.

M. L. TRABUT

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

LES ZONES BOTANIQUES DE L'ALGÉRIE

— *Séance du 30 mars 1888* —

Les États barbaresques, qui comprennent, non seulement une importante division du domaine méditerranéen, mais qui empiètent encore largement sur le Sahara, présentent un grand intérêt pour les études de géographie botanique. D'importants travaux ont déjà été publiés sur ce sujet; mais il y a encore bien des observations intéressantes à faire sur la répartition de nos végétaux, sur les influences telluriques et climatériques qui y président, sur l'adaptation des espèces spéciales à des climats excessifs.

A un point de vue pratique, il y a pour la colonisation des renseignements précieux à tirer de la détermination de zones botaniques à caractères bien tranchés et ayant un climat propre.

Après les importantes investigations poursuivies sous l'habile direction de M. Cosson, après les efforts persévérants de botanistes zélés, mais opérant avec de plus faibles ressources, la végétation de l'Algérie est aujourd'hui connue dans ses grands traits.

Les caractères généraux de la flore algérienne ont été résumés à plusieurs reprises et les grandes divisions, proposées dès le début de l'exploration par M. Cosson, ont toujours été acceptées sans modification par tous les botanistes qui ont eu à s'occuper de notre flore.

Depuis quinze ans que je parcours l'Algérie, presque toujours en compagnie de mon collègue et ami Battandier, j'ai toujours été frappé des caractères bien apparents de zones botaniques plus nombreuses, mais aussi plus homogènes et peut-être plus pratiques, que les trois divisions classiques : *région méditerranéenne*, *région montagneuse*, *région des Hauts-Plateaux*. La région saharienne n'est pas en cause pour le moment : elle appartient à l'immense zone désertique qui s'étend des bords de l'Atlantique à travers le continent africain jusqu'aux déserts de l'Asie.

C'est évidemment l'aire géographique de quelques espèces dominantes qui peut servir à l'établissement d'un certain nombre de zones; mais c'est dans le choix de ces espèces caractéristiques que se trouve la solution du problème. On pourrait, en effet, faire pour chaque plante une zone

particulière, puisque toute espèce a une aire géographique qui lui est propre. Ce sont les plantes, qui par le nombre des individus jouent un rôle considérable dans la physionomie du pays, qui devront être choisies; ce sont aussi celles qui occupent une assez vaste étendue. Si le châtaignier forme en Italie et en France une zone, en Algérie sa présence dans l'Edough est simplement un indice d'affinité.

La région du littoral ne constitue pas une division botanique assez uniforme. Il y a certainement plus de différence entre les flores de La Calle et d'Oran qu'entre celles d'Oran et des Hauts-Plateaux oranais.

L'influence de la mer ne suffit pas pour compenser les influences météorologiques qui ont une action directe sur la végétation. On ne peut réunir dans une seule région naturelle des contrées qui reçoivent en moyenne un mètre et plus de pluie par an (La Calle, Djidjelli) avec d'autres qui n'en reçoivent qu'à peine quarante centimètres (Oran, moyenne des dix dernières années : 386 millimètres.)

Dans le cours d'une étude sur l'Halfa (*Stipa tenacissima*), que je viens de terminer, j'ai été frappé de la fréquence de cette graminée des steppes sur tout le littoral oranais. Je l'ai suivie jusque dans le Dahra, où elle cesse pas très loin des limites du département d'Alger. Dans le nord de ce dernier département, de celui de Constantine et de la Tunisie, cette graminée fait défaut: les peuplements les plus septentrionaux sont à 60 — 120 kilomètres du littoral; mais, sur la côte orientale de la Tunisie et sur la côte tripolitaine les halfas se rapprochent de nouveau de la mer. En comparant une carte de la distribution de l'halfa avec une carte indiquant la répartition moyenne des pluies, je vis immédiatement que le territoire, compris dans les zones de pluies de $0^{m},60$ à 1 mètre, ne nourrissait pas une seule touffe d'halfa; que l'halfa était épars, au contraire, dans tout le reste de la Barbarie, exclu seulement des stations qui ne conviennent pas à ce végétal (bas-fonds, marnes, grandes altitudes, etc.).

En Espagne, il en est de même; l'halfa occupe une région ayant la forme d'un triangle, dont les sommets sont à Alméria, Valence et Tolède; c'est précisément dans ces plateaux que le service météorologique indique une répartition moyenne de pluie annuelle inférieure à $0^{m},60$.

Une zone naturelle me paraît nettement constituée par l'influence d'une répartition moyenne des pluies annuelles supérieure à $0^{m},60$. Parmi les végétaux propres à ces contrées, nous trouvons, en première ligne, le chêne-liège; toute cette zone est riche en forêts (1) de cette essence et de nombreux individus y sont dispersés de distance en distance, toutes les

(1)

Tunisie.	112.000	hectares.
Constantine	383.667	—
Alger	33.977	—
Oran (Tlemcen, Mascara, Msila) .	11.091	—
Maroc	0 (?)	

fois que le sol convient. L'olivier est aussi fréquent et donne d'abondants produits sans irrigations. Mais il ne craint pas des climats plus secs, s'avance plus au sud et forme ainsi une zone plus étendue et, par conséquent, à caractères moins particuliers.

Le chêne-liège vient au niveau de la mer dans les contrées qui reçoivent le maximum de pluie. C'est aussi là que ses peuplements sont denses; mais à la limite de sa zone, à Teniet-el-Haad, c'est à 1300 mètres qu'il trouve les conditions favorables à son développement : c'est à des altitudes semblables qu'on le trouve dans la province d'Oran sur les rares points qui reçoivent environ $0^m,60$ de pluie (Tlemcen, Mascara) ou dans le voisinage immédiat de la mer (forêt de Msila).

Cette zone du chêne-liège comprend donc le nord de la Tunisie, le nord du département de Constantine, c'est-à-dire les territoires de La Calle, de Souk-Arras, de Bône, de Philippeville, de Collo, de Constantine, de Sétif, de Djidjelli, de Bougie ;

Dans le département d'Alger, les territoires de Dellys, d'Alger, de Blida, de Médéa, de Miliana, Teniet-el-Haad, le Dira, Ténès ;

Dans le département d'Oran, les régions de Tiaret à Mascara, de Tlemcen (Aïn-Ghoraba) et la forêt de Msila.

C'est dans cette zone que la culture est possible tous les ans sans le secours des irrigations, que la végétation arborescente acquiert son grand développement. Le frêne, l'orme, le micocoulier, le chêne-vert, le chêne afares, le chêne zen, l'olivier, les *Populus alba* et *nigra* sont très répandus ; on y trouve même, dans la région des grandes pluies ($0^m,80$ à 1 mètre), l'*Alnus glutinosa*, le *Pinus pinaster*, le tremble, le châtaignier. Parmi les plantes communes et caractéristiques, il convient de citer *Myrtus communis, Cyclamen africanum, Allium triquetrum, Colchicum autumnale, Iris stylosa*, ..., des Muscinées des zones moyenne et méridionale d'Europe : *Hypnum triquetrum* (R), *purum* (R), *cupressiforme, sylvaticum, megapolitanum, murale, Stokesii, prælongum, circinatum*; *Illecebrum, Alopecurum. Rutabulum, aureum, sericeum*; *Homalia lusitanica* (R), *Neckera complanata, Cryphœca heteromalla, Mnium undulatum, Bryum pseudotriquetrum, Dicranella varia, Madotheca platyphylla, Alicularia scalaris*. Toutes ces muscinées, surtout sensibles à l'action de l'eau, révèlent dans la région où elles sont cantonnées, l'influence d'une plus grande humidité. Enfin c'est aussi dans cette zone que l'on peut cultiver en pleine terre un nombre très considérable de végétaux appartenant aux flores bien différentes d'Australie, du Cap, de l'Inde, du Japon, de l'Amérique extra-tropicale. Mais ce sont les végétaux autraliens qui semblent retrouver dans cette contrée leurs conditions normales d'existence: plus de cent espèces d'*Eucalyptus* ont été naturalisés ; les *Acacias* viennent aussi très bien.

Les dépressions, formant des lacs ou des marécages, sont suffisamment alimentées par les eaux vives et le degré de salure n'est jamais assez élevé pour modifier la végétation aquatique fournie par les plantes vulgaires des marais de l'Europe centrale (*Alisma*, *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Sparganium*, *Naias*, etc.) En résumé, la zone du chêne-liège est celle qui a les plus grandes affinités avec le nord de l'Espagne, la France, l'Italie et même l'Europe centrale.

2° Zone du Palmier-nain (*Chamærops humilis*).

La zone botanique, qui offre le plus de points de contact avec la zone du chêne-liège, est certainement celle du *palmier-nain*. C'est à l'ouest et au sud du département d'Alger que commence cette zone, elle atteint son grand développement dans le département d'Oran; on peut lui adjoindre, comme subdivisions, les territoires où dominent le *Zizyphus Lotus* et les grandes Ombellifères vivaces : *Ferula*, *Thapsia*, *Fœniculum*. Dans la zone du palmier-nain croissent encore l'*Olivier*, *le Lentisque*, *les Calycotomes*, *Genista*, *Phyllizea*, *les Cistes*, de nombreuses plantes bulbeuses, *l'asphodèle* y abonde, le *Cynara carduncuIus*, *l'Asparagus albus et horridus*.

Sur les points élevés où le palmier-nain atteint sa limite altitudinale, il se mêle à l'*Eryngium campestre* qui peut devenir dominant, à mesure que l'altitude augmente.

Le palmier-nain redoute les terres argileuses; aussi, il y cède la place aux *Hedysarum*, *Cordylocarpus*, *Convolvulus tricolor*, *Daucus*, *Calendula*, etc.

La zone du palmier-nain, bien que recevant une quantité de pluie souvent assez faible ($0^m,30$ à $0^m,40$) est encore susceptible de bonnes cultures, les céréales y réussissent, ainsi que la vigne; mais les années de sécheresse n'y sont pas rares et c'est dans cette zone que les irrigations deviennent nécessaires et donnent de beaux résultats.

3° Plaines de l'Est a Othonna Cheirifolia.

Dans la province de Constantine, à la région du chêne-liège et des grands arbres succèdent, vers le sud, à partir de Constantine, Sétif, une série de grandes plaines élevées dont la végétation diffère très sensiblement de celle des autres départements sous la même latitude. L'*Othonna cheirifolia* et le *Retama spherocarpa* sont les deux plantes qui m'ont paru caractériser ces plaines dépourvues d'arbres et que l'on ne peut, ni rattacher au littoral, ni aux steppes proprement dites, si bien caractérisées par l'halfa (*Stipa tenacissima*). Cette graminée ne croît dans ces régions que sur les pentes méridionales des montagnes et dans le voisinage immédiat des forêts. L'halfa évite ces plaines trop unies et souvent peu perméables, redoutant

un excès d'humidité même temporaire du sol pendant l'hiver. Les forêts l'abritent aussi des gelées très fréquentes.

Dans cette zone de l'*Othonna* on trouve encore fréquemment : *Retama spherocarpa, Eryngium campestre, Thapsia garganica, Cynara cardunculus, Peganum harmala, Anacyclus pyrethrum, Hedysarum pallidum, Zizyphus lotus, Artemisia herba alba* et *campestris, Lygeum spartum, Onopordon macracanthum*, etc. Cette zone a une grande affinité avec celle du *Chamærops*. La quantité de pluie est la même; *mais la température est plus froide*.

4° Zone du Pin d'Alep.

A une distance variant de 60 à 120 kilomètres du littoral, on trouve de très grandes et nombreuses forêts de Conifères où dominent le pin d'Alep, le *Callitris quadrivalvis*, les *Juniperus oxycedrus* et *phenicea*. Sur bien des points la forêt a cependant été détruite et il faut la reconstituer à l'aide de témoins épars dans un maquis de *Romarin, Rhamnus oleoïdes, Juniperus*, etc.

Cette zone du pin d'Alep et de l'oxycèdre est, sur beaucoup de points en contact avec la zone du chêne-liège, celle du chêne-balloot et enfin avec les steppes.

Cette ceinture de forêts de Conifères a sur la région, du Tell au littoral, une influence marquée, car c'est dans cette zone que les oueds du versant méditerranéen prennent leurs sources. Il est inutile d'insister sur l'heureuse influence d'une région forestière bien aménagée dans la partie supérieure d'un bassin. La sécheresse des cours d'eau en été et les inondations en hiver seront atténuées par la reconstitution de cette zone forestière. La zone du pin d'Alep comprend les aires d'un assez grand nombre d'espèces et beaucoup d'entrecroisements, des plantes des steppes, des montagnes et du Tell.

Le pin d'Alep végète sur les montagnes du bourrelet saharien et y joue le même rôle que sur le versant méditerranéen. Il peut atteindre 1700 mètres (Maroc), mais c'est généralement vers 800 à 900 mètres qu'il constitue de vraies forêts.

L'immense région du pin d'Alep est comprise dans la zone de 0^m,20 à 0^m,30 de pluies annuelles. Sur le littoral, on trouve cependant des îlots dans des sites en apparence plus favorisés; mais le sol y est déclive, la couche de terre est très mince et les arbres reposent sur une roche calcaire peu perméable, et l'influence de pluies abondantes se fait donc peu sentir.

Les espèces fréquentes de cette zone sont :

Le *Callitris quadrivalvis, Juniperus oxycedrus, Juniperus phœnicea*, qui caractérisent des subdivisions parfois très étendues.

Viennent ensuite :

Rosmarinus officinalis, Cistus albidus, Spartium biflorum, Ephedra altissima, Pistacia lentiscus, Santolina suaquosa, Quercus coccifera, Wangenheimia lima, Stipa tenacissima, etc.

5° ZONE DU CHÊNE-BALLOOT (*Quercus ballota*).

Le chêne-balloot ou chêne à gland doux est regardé souvent comme une simple variété du *Quercus Ilex*. Les différences sont en effet d'assez peu de valeur au point de vue botanique. Sans vouloir trancher la question, le chêne à gland doux se reconnaissant pratiquement, je lui conserverai, dans le courant de cette étude, son nom spécifique. Ce chêne végète à une altitude de 1000 à 1600 mètres; exceptionnellement on le trouve à 350 mètres et dans la chaîne du Grand Atlas (Maroc), à 2700. Il caractérise donc une zone inférieure de la végétation des montagnes. Le Balloot se trouve déjà fréquent sur les montagnes du littoral, où il constitue une zone supérieure à celle du chêne-liège, il est l'objet de soins particuliers en Kabylie et fournit une abondante nourriture aux montagnards de cette région.

Enfin avec le pin d'Alep qu'il dépasse en altitude, il forme le principal boisement des montagnes du versant méditerranéen et des massifs sahariens, où il occupe surtout les versants nord et ouest, abandonnant au *Juniperus phœnicea* et à l'halfa les versants sud.

La flore de la région du Balloot est déjà nettement montagnarde et riche en espèces spéciales.

Viola gracilis et var., Geranium atlanticum, Balansœa Fontanesii, Festuca triflora, F. spadicea, Cynosurus Balansae, Arabis pubescens, Cerastium pumilum, Festuca atlantica, Bromus rigidus, Silene mellifera, Acer, Cerasus avium, etc.

Le Balloot n'occupe pas seulement les versants des montagnes, mais aussi des plateaux élevés et ayant de grandes étendues. Ces régions sont cultivables; le climat y est généralement tempéré.

6° ZONE DU CÈDRE (*Cedrus Libani*).

Au-dessus du Balloot, dans certains massifs montagneux dépassant 1600 mètres, le cèdre forme des peuplements qui constituent parfois de magnifiques forêts. Cette zone montagneuse a été reconnue par les premiers explorateurs; elle présente de nombreux végétaux caractéristiques : *Taxus baccata, ilex aquifolia, Berberis hispanica, bupleurum spinosum, Draba hispanica*, etc.

La zone du cèdre se retrouve au Maroc au-dessus de Tétuan, à Teniet-el-Haad, dans le massif de Blida, du Djurjura et les Babor dans l'Aures.

Dans ces dernières années nous avons été assez heureux, mon collègue

et ami Battandier et moi, pour trouver, sur les sommets du Djurjura, dans une zone découverte au-dessus des cèdres, un certain nombre de plantes nettement alpines :

***Poa alpina*, *Festuca ovina Hack.* *Festuca frigida Hack*, *Colobachne Gerardi*, *Æthionema Thomasianum*, *Astragalus depressus*.**

Ces espèces alpines, jointes à celles que l'on connaissait déjà :

***Ranunculus Villarsii*, *Arenaria grandiflora*, *Erinus alpinus*, *Rhamnus alpinus*, *Ribes petrœum*, *Hieracium saxatile*,**

donnent une idée de l'affinité de notre flore des sommets avec le centre alpin. Dans la même région élevée, nous retrouvons une série à peu près égale de plantes propres aux montagnes d'Espagne, d'Italie et de l'Europe orientale et même de l'Asie.

***Lonicera arborea*, *Erodium trichomanæfolium*, *Pæonia Russi*, *Cerastium Boissieri*, *Sedum majellense*, *Physospermum acteæfolium*, *Daphne oleoïdes*, *Scabiosa crenata*, *Cynoglossum nebrodense*, etc.**

Enfin, la flore des grands sommets est la plus riche en espèces spéciales: ***Silene atlantica*, *Cephalaria atlantica*, *Helichrysum lacteum*, *Senecio Absinthium*, *S. Penalderiarum*, *Carduncellus atractyloïdes*, *C. strictus*, *Leontodon Djurjuræ*, *Isatis Djurjuræ*, *Odontitis Djurjuræ*, *Mattia gymnandra*, *Avena macrostachya*, etc., etc.**

Un certain nombre de ces espèces sont des types tranchés; d'autres sont évidemment apparentées à des espèces des flores du bassin méditerranéen, ***l'Isatis Djurjuræ*** Coss. appartient au type de ***l'I. latisiliqua*** Stev. du Caucase et de l'Asie-Mineure.

Le ***Festuca frigida*** de nos sommets est assez différent pour que M. Hackel en ait fait la variété ***Djurjuræ***. D'autres formes, plus modifiables sans doute, varient même d'un massif à l'autre : ***Viola gracilis*.**

7° Les Steppes ou Hauts-Plateaux.

Nous préférons l'expression de Steppes à celle de Hauts-Plateaux parce que ce mot a un sens plus restreint et partant plus précis. C'est dans le sud d'Oran et d'Alger que cette formation acquiert une grande importance et présente sa physionomie type. On y arrive en traversant les zones du Chamærops et du pin d'Alep, qui dépassent peu la ligne de séparation des versants méditerranéens de ceux des chotts.

Dans ces steppes, les végétaux se trouvent répartis d'une manière plus tranchée que partout ailleurs, suivant les influences du sol. On peut facilement y distinguer quatre subdivisions importantes :

1° ***Steppes rocailleuses à Stipa*** (Halfa) ;
2° ***Steppes limoneuses à Armoises*** (Chih) ;
3° ***Les Daya à Pistacia atlantica*** (Betoum) ;
4° ***Steppes sableuses à Aristida pungens*** (Drinn).

La steppe rocailleuse est presque toujours caractérisée par la prédominance de quelques *Stipa*. Cette formation embrasse tous les espaces où le sol a perdu les substances salines; ces Graminées n'y forment pas de gazon, mais des touffes plus ou moins espacées.

La steppe limoneuse ou à armoises reçoit les argiles et les sels de soude résultant du lavage des steppes rocailleuses; elle occupe donc les dépressions. Suivant le degré de salure et d'humidité, la steppe limoneuse est peuplée par des armoises, le *Lygeum spartium,* des *Halophytes* de la famille des Chénopodées (steppe salée).

Rien n'est plus facile que de suivre ces dépôts limoneux couverts d'armoises, dont la teinte grise tranche sur le fond vert de l'halfa.

La steppe sablonneuse est formée par l'amoncellement des particules sableuses arrachées au sol par les eaux et les vents et accumulées surtout dans la grande dépression centrale où se sont formés les chotts. Cette zone de sables, qui commence dans le département de Constantine, va en s'élargissant à travers le département d'Alger et d'Oran jusqu'au Maroc. Elle prend parfois un caractère nettement désertique (dunes blanches). Mais l'altitude de 900 à 1200 mètres exclut la grande majorité des plantes des Aregs du sud.

Le Drinn *(Aristida pingens)* est la plante caractéristique de ces sables; on y trouve aussi fréquemment quelques espèces du littoral : *Muscari maritimum, malcolmia parviflora, Mathiola parviflora, Scorzonera undulata, Ctenopsis pectinella,* puis le *Bromus tectorum, Trisetum valesiacum,* viennent en compagnie d'espèces désertiques : *Deveua, Festuca memphitica, Lepidium subulatum....*

Les plantes dominantes des steppes se retrouvent sur le littoral oranais, l'halfa dans les stations rocailleuses et sableuses, le *Lygeum* et l'*Artemisia herba alba* dans les marnes et limons; enfin, le Drinn lui-même, forme un peuplement dans les sables entre Mascara et Tiaret et a été rencontré près de Mostaganem.

C'est là un fait qui s'explique très bien par les influences climatériques dont nous avons déjà parlé. Les eaux des dépressions du littoral oranais sont salées et leur végétation rappelle aussi celle des chotts.

En résumé, nous croyons que le territoire des États barbaresques peut se subdiviser assez facilement en un certain nombre de zones botaniques coïncidant avec l'aire de dispersion d'espèces dominantes.

Le nombre des zones principales est assez limité; mais d'après le même principe, on peut établir un assez grand nombre de régions secondaires.

Ces plantes dominantes et caractéristiques indiquent un ensemble de conditions climatériques à peu près identiques sur tous les points qu'elles occupent. Il est inutile d'insister sur l'importance des données pratiques à tirer de l'étude comparative de ces régions naturelles.

Tableau des zones botaniques du versant méditerranéen et des Hauts-Plateaux d'Algérie.

1° *Zone de l'Olivier*, très étendue, se confond avec celle du chêne-liège du chamærops, du pin. — Altitude 20 à 1200 mètres.

2° *Zone du Chêne-Liège*. — Altitude 10 à 1300 mètres, moyenne fréquente de 200 à 800 mètres; pluies annuelles, 0^m50 à 1 mètre.

Marais et lacs d'eau douce.

3° *Zone du Palmier-nain*. — Altitude 10 à 1200 mètres; pluies annuelles, $0^m,30$ à $0^m,40$.

Subdivisions : *Zizyphus lotus*,
Grandes ombellifères,
Eryngium campestre.

4° *Zone de l'Othonna cheirifolia*, plaines de l'est. Altitude 1000 mètres. Marais, chotts ou lacs salés.

5° *Zone du Pin d'Alep*.

Subdivisions : a *Callitris quadrivalvis*,
b *Juniperus oxycedrus*,
c *Juniperus phenicea*.

6° *Zone du Balloot* (Quercus Ballota). — Altitude 1000 à 1600 mètres. Rarement 350 à 2700 mètres.

7° *Zone du Cèdre*. — 1200 à 1900 mètres.

8° *Steppes* (marais salés, chotts).

a *Steppe rocailleuse : Stipa tenacissima.*
b { *Steppe limoneuse : Artemisia herba alba.*
b { *Steppe salée : Halophytes.*
c *Steppe sablonneuse : Aristida pungens.*
d *Région des Daya : Pistacia atlantica.*

M. DOUMERGUE

Professeur au Lycée d'Oran.

PLANTES REMARQUABLES RECUEILLIES EN MARS A GAMBETTA ET A LA BATTERIE ESPAGNOLE (ORAN)

NOTE SUR TROIS ESPÈCES CRITIQUES

— *Séance du 30 mars 1888* —

Dans la notice du bulletin local, j'ai publié la liste des plantes que j'ai récoltées au printemps dernier, aux environs d'Oran.

Voici un aperçu des plantes les plus intéressantes, que j'ai trouvées en mars à Gambetta et à la Batterie-Espagnole :

1° A la Batterie blanche : *Cordylocarpus muricatus* Desf., *Fagonia cretica* L., *Spitzelia cupuligera* D. R., *Aizoon hispanicum* L., *Picridium intermedium* Schultz, *Dactylis pungens* Desf., *Teucrium pseudo-chamæpitys* Desf.;

2° Dans les sables de l'Hippodrome : *Asphodelus tenuifolius* Cav., *Euphorbia heterophylla* Desf., *Picridium discolor* Pom., *Anagallis collina* Schousb, *Brassica Tournefortii* Gouan, *Rosmarinus littoralis* O. Deb.

A. — M. Pomel a séparé du *Picridium tingitanum* Desf. le *P. discolor*. Certains botanistes n'admettent pas cette séparation. Pour ma part, je l'admets, car la plante de M. Pomel est bien annuelle, tandis que le *P. tingitanum* est signalé par Desfontaines lui-même comme vivace.

La plante de Desfontaines a été signalée sur les rochers du col de Santa-Cruz à Oran. Je l'y ai ramassée moi-même ; mais cette plante a tellement d'affinité avec le *P. vulgare* Desf., qu'elle pourrait bien n'être qu'une forme vivace de cette dernière. — Le *P. vulgare* a été, par la plus grande partie des auteurs, signalé comme annuel. M. Pomel *(Matériaux)* le dit vivace. Desfontaines le donne comme annuel. C'est aussi l'avis de Grenier et Godron, de MM. Loret et Barrandon *(Fl. de Montp.)*, etc.

Pour ma part, j'ai constaté que le *P. vulgare* d'Oran est au moins bisannuel. Je ne suis pas loin d'adopter l'opinion de M. Pomel et de l'admettre comme vivace.

De toutes ces contradictions, il ressort que le *P. tingitanum* de Santa-Cruz, est une plante à cultiver et à étudier.

La culture démontrera probablement que ce n'est pas là la plante décrite par l'auteur du *Flora atlantica*. Le *P. tingitanum*, de Desf., serait alors à retrouver.

B. — M. Debeaux a décrit, sous le nom de *Rosmarinus lavandulaceus* de Noé, var. *littoralis*, un romarin des falaises d'Oran, qui me paraît offrir de sé-

rieux caractères spécifiques. La forme de la corolle, l'abondance des poils glanduleux, le facies et d'autres caractères secondaires en font une bonne espèce. Beaucoup de botanistes, qui font du *R. lavandulaceus* de Noé, une simple variété du *R. officinalis* L., seront loin d'admettre mon opinion. L'étude sur le vif des divers romarins de l'Algérie, les éclairera davantage.

En explorant attentivement les garigues et les sables de Gambetta, on trouve : Dans les garigues : *Orchis variegata* All., *O. saccata* Lam., *Matthiola parviflora* R. Br., *Helianthemum virgatum* Desf., *Marrubium alysson* L., etc., etc.

Dans les plaines : *Festuca pectinella* Desf., *Dactylis pungens* Desf., *Silene bipartita* Desf., *Hesperis arenaria* Desf.

Les falaises, de Gambetta à la pointe Canastel, offrent : *Brassica fruticulosa* Cyr., *Lavandula multifida* L., *L. dentata* L., *Lycium intricatum* Boiss., *Anthemis chrysantha* Gay, *Centaurea sphærocephala* Desf., etc.

Enfin la riche localité de la Batterie-Espagnole donne : *Muscari maritimum* L., *Hyacinthus serotinus* L., *Ornithogalum algeriense* Jord., *Retamæ Bovæi* Webb, *Cynomorium coccineum* L., *Matthiola tricuspidata* R. Br., *M. coronopifolia* Sibth., *Linaria atlantica* B. et R., *Phœlipea lutea* Desf., *Bellis rotundifolia* Boiss., *Anacyclus linearilobus* B. et R., *Calendula Balansæ* Boiss., *Zollikoferia longiloba* Boiss., etc., etc.

Sur le plateau qui domine la Batterie-Espagnole, j'ai rencontré : *Arenaria spathulata* Desf., *Anemone palmata* Desf., *Anthemis Bovæana* J. Gay, *Ophrys bombyliflora* Link, *O. atlantlica* My, *O. speculum* Lam., *O. tenthredinifera* Willd., etc.

M. DOUMERGUE

Professeur au Lycée d'Oran.

NOTE SUR TROIS ESPÈCES ALGÉRIENNES

— *Séance du 30 mars 1888* —

Note sur deux *Ononis* algériens de la section *fruticosæ* Willd.

1° *Ononis hispida* Desf., *in Fl. atl.*, II, p. 147. — *Ic.*, tab. 189.

M. H. Gay nous a adressé des gorges de la Chiffa, une plante que nous avons rapportée à l'*Ononis hispida* Desf., et dont l'étude nous a amené à faire les remarques suivantes :

Desfontaines a donné une figure qui représente parfaitement les rameaux

de la plante de la Chiffa ; mais la description qu'il donne de l'*O. hispida* ne lui convient qu'en partie.

Desfontaines dit de sa plante : *Caulis herbaceus... legumen lœve. Habitat in arvis*. Il néglige de dire si elle est annuelle, bisannuelle ou vivace ; il n'indique aucune localité.

Or, la plante de la Chiffa est un sous-arbrisseau parfaitement ligneux à la base et à fruits velus. En outre, cette plante ne croît pas dans les champs, car sa nature sous-frutescente lui assigne comme habitat les endroits pierreux ou rocailleux.

Desfontaines a donc donné une description incomplète de sa plante. Il n'a eu en sa possession que de mauvais échantillons, des extrémités de rameaux qu'il n'a probablement pas recueillis lui-même.

En qualifiant sa plante d'herbacée, il a été amené à lui assigner une place qui ne lui convient pas.

Dans le *Flora atlantica*, il a placé l'*O. hispida* entre l'*O. alopecuroides* L. et l'*O. laxiflora* Desf.

Willdenow (*Sp.*, p. 991), qui a copié Desfontaines, reproduit les mêmes erreurs et, tout en complétant la diagnose sur le vu de la figure, il n'hésite pas à classer l'*O. hispida* parmi les *Ononis* herbacés.

Toutefois, l'auteur du *Species* semble avoir eu conscience du vide laissé par Desfontaines. Il rapproche l'*O. hispida* de l'*O. caduca* Vill.

Donc, de l'étude de la plante des gorges de la Chiffa, du texte et de la planche du *Flora atlantica*, il ressort que l'*O. hispida* est une plante sous-frutescente. Elle doit être placée dans la section *fruticosæ* Willd. et prendre rang à côté de l'*Ononis arborescens* Desf., avec lequel elle a de nombreuses affinités.

2° *Ononis arborescens* Desf. (*loc. c.*, 2, p. 149, tab. 193).

Encore une espèce que Desfontaines a établie sur des échantillons incomplets qu'il a recueillis aux environs d'Arzew. La figure du *Flora atlantica* est la représentation exacte de l'échantillon de l'herbier de Desfontaines que possède le Muséum de Paris (1).

Lorsque, pour la première fois, nous recueillîmes l'*Ononis arborescens* à Oran et que nous comparâmes cette plante à celle figurée par Desfontaines, nous n'hésitâmes pas à l'en séparer. Cette année, notre opinion a été modifiée par l'étude d'une série d'échantillons présentant des formes curieuses. Nous en avons conclu que l'*Ononis arborescens* Desf. est une espèce polymorphe qui présente deux variétés extrêmes bien caractérisées :

Var. α *genuina*, représentée par la table 193 du *Flora atlantica*, à *fleurs*

(1) Notre ami, M. Paul Maury, a bien voulu faire, dans l'herbier du Muséum, les recherches nécessaires à la rédaction de cette note.

rares, distantes, à pubescence *courte*, à folioles des feuilles aiguës. — Arzew (Desf., *l. c.*).

Var. β *glomerata*, à *fleurs nombreuses, en épi dense, très velu*, à folioles des feuilles obtuses.— Oran : Batterie-Espagnole (D R., *in herb., Museum*); Djebel-Merdjadjou ! (Gouget, Balansa *(in herb., Museum)*, Pomel *(in herb.)*, Debeaux, Bousquet.) Teniet-el-Haad *(in herb., exposition permanente d'Alger)*.

Note sur le *Seriola lævigata* Desf. *(Fl. atl.*, II, p. 237. — *Ic.*, tab. 216).

Desfontaines a décrit et figuré, sous le nom de *Seriola lævigata*, une plante à laquelle il est impossible de rapporter celle d'Oran. Desf. dit de sa plante : *Folia radicalia glabra, dentata, dentibus remotis, obovata aut spathulata*, 9-13 millim. *lata*, 3-5 cent. *longa*.

Or, la plante d'Oran a ses feuilles hispidules, profondément pinnatifides, larges de 10-25 millim., longues de 5-12 cent., à lobes aigus, inégaux, étalés, le supérieur grand, largement triangulaire.

La figure 4 de la table 216 représente le réceptacle de la plante de Desf. comme surmonté de cinq paillettes persistantes. La figure 5 donne la paillette comme dépassant l'aigrette. Dans la plante d'Oran, toutes les paillettes sont caduques et égalent l'aigrette.

Aussi, nous ne serions pas éloigné de séparer spécifiquement la plante d'Oran de celle décrite par Desfontaines ; mais n'ayant pu étudier cette dernière sur le vif, et la description du *Flora* n'étant pas assez précise, nous proposons de faire, de ces deux plantes, deux variétés :

Var. α *genuina*, pour la plante de Desfontaines.

Var. β *pinnatifida*. Feuilles hispidules, de grandeur variable, profondément pinnatifides. — Oran : rochers du Djebel-Merdjadjou ! (Bourgeau, B. et R. *(in herb., Museum)*, Debeaux *(in herb.)*.

M. J.-A. BATTANDIER

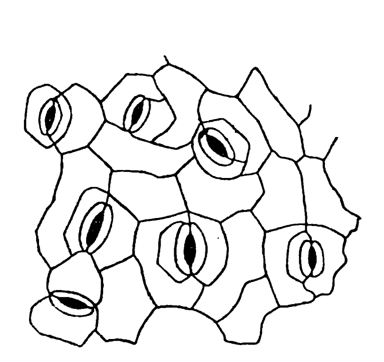
Professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie d'Alger.

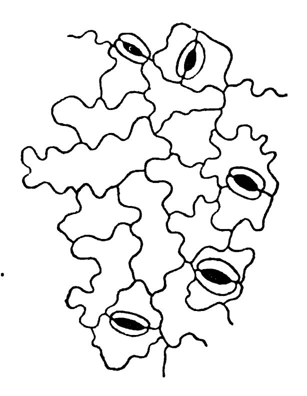
NOTES SUR QUELQUES PLANTES RARES OU CRITIQUES

— *Séance du 31 mars 1888* —

Le *Convolvulus Durandoi* Pomel est une curieuse plante, jadis très abondante à l'extrémité nord de la Mitidja, où elle occupait un espace d'en-

viron 250 kilomètres carrés, limité d'un côté par la mer et de l'autre par une ligne allant de Maison-Carrée au Fondouck. L'extension des cultures rend cette plante de plus en plus rare et la fera probablement disparaître. C'est pourquoi j'ai cru utile d'appeler sur elle l'attention des membres du Congrès. A première vue, le *C. Durandoi* ressemble beaucoup au *C. arvensis* L., avec lequel il a souvent été confondu par les botanistes qui ne le voient qu'en herbier, tandis que tous ceux à qui j'ai montré la plante vivante m'ont déclaré y voir une espèce des plus légitimes. Je puis citer parmi ces derniers M. J.-E. Planchon. Le *C. Durandoi* est plus robuste que le *C. arvensis* et grimpe rarement. Il pousse à une faible profondeur, ou même à fleur de terre, une souche pivotante de la grosseur du pouce ou plus considérable. L'épiderme des parties souterraines est noir; il est blanc, dans les tiges souterraines du *C. arvensis*. Si l'on tronque au printemps une de ces grosses souches, elle laisse écouler en abondance un lait blanc, qui ne tarde pas à se dessécher et à former une sorte de scammonée. Les feuilles rappellent beaucoup par leur forme celles du *C. arvensis*, mais elles sont plus fermes et plus sombres. Les inférieures sont souvent arrondies, orbiculaires au sommet. Si l'on regarde ces feuilles à contre-jour, elles présentent un admirable réseau de nervures transparentes sur un fond vert sombre à peu près comme dans nos Aristoloches indigènes. Rien de pareil ne se voit dans le *C. arvensis*. Si l'on examine comparativement les épidermes de ces deux plantes, on voit que, dans le *C. arvensis*, les cellules épidermiques sont fortement sinueuses, engrenées et qu'elles sont rectilignes ou curvilignes, jamais sinueuses dans le *C. Durandoi*. Dans ce dernier, les stomates ont une structure un peu





plus compliquée. Sur une coupe de la feuille, la principale différence réside dans les nervures bien plus nombreuses dans le *C. Durandoi* et dont un grand nombre ne sont recouvertes de tissu chlorophyllien, ni à la face supérieure, ni à la face inférieure de la feuille, ce qui explique leur transparence. Le *C. Durandoi* présente une particularité très remarquable; le

sommet très charnu de ses sépales s'étale à angle droit en un appendice cucullé. L'ensemble de ces appendices forme une élégante collerette autour du bouton floral. Rien de pareil ne se voit dans le *C. arvensis*. Le *C. Durandoi* fleurit de janvier à mai et le *C. arvensis* de mai à septembre. La corolle du *C. Durandoi* diffère de celle du *C. arvensis* par sa forme plus aplatie, ce qui la fait paraître plus grande, et par une tache radiée qui en occupe le fond. Enfin, tandis que le *C. arvensis* est la terreur des agriculteurs et surtout des vignerons et que les tentatives faites pour le détruire ne servent trop souvent qu'à le multiplier, je n'ai jamais vu un seul pied de *C. Durandoi* survivre à un défrichement. Nous avons vainement tenté à plusieurs reprises, M. Trabut et moi, de le transplanter dans notre jardin. Cette plante poussant pêle-mêle avec le *C. arvensis*, les différences qui les séparent ne sauraient tenir au milieu. Elle ne paraît former avec son congénère ni hybrides ni intermédiaires. Il est, d'ailleurs, rare de les voir en fleurs simultanément.

Le *Rumex elongatus* de Gussone est généralement regardé aujourd'hui comme une forme du *R. crispus* L., dont les feuilles seraient devenues linéaires par suite de l'habitat aquatique de la plante. Cette explication est-elle conforme à la réalité des faits? Je ne le crois pas. Notons, d'abord, que cela n'expliquerait, ni la forme différente des sépales, ni le callus unique, ni les autres caractères différentiels. Je cultive ce *Rumex* depuis plus de onze ans hors de sa station aquatique. J'en ai obtenu de graines plusieurs générations; aucun de ses caractères n'a varié. Lorsque le terrain devient plus sec, le limbe de ses feuilles, loin de s'élargir, tend à se résoudre en lobules alternes de chaque côté de la nervure principale. D'autre part, on ne voit pas que la station aquatique modifie les feuilles du *Rumex crispus*. Nous avons, près d'Alger, le vaste marais de la Réghaïa, qui est certainement aussi ancien que le niveau actuel de la Méditerranée. Ce marais nourrit en abondance les *Rumex crispus* et *conglomeratus*; on y chercherait vainement le *R. elongatus*: la station aquatique ne l'y a jamais produit. Ce *Rumex elongatus*, se retrouvant en Sicile et en Algérie et n'ayant pas de moyens de dissémination à grande distance, existait peut-être déjà à l'époque où la mer ne séparait pas encore ces deux pays. Toutefois, il ne serait pas impossible que ses graines eussent été transportées par des oiseaux aquatiques. Mais ce qui est douteux pour le *R. elongatus* devient fort probable pour le *Thlaspi Tinnæanum*, autre petite espèce, que M. Cosson a condamnée à n'être qu'un synonyme du *Th. perfoliatum* et pour laquelle je voudrais plaider au moins les circonstances atténuantes. Ce joli petit *Thlaspi* se retrouve identique au sommet des Nébrodes en Sicile et sur tous les grands sommets de l'Atlas en Algérie. Ball l'indique aussi au Maroc. En Algérie, il ne descend jamais au-dessous de 1200 mètres. Cette plante n'ayant aucun moyen

de dissémination, son existence sur notre globe doit être bien ancienne, étant donnée sa répartition géographique. J'en ai obtenu trois générations de graines, après quoi elle n'a plus reparu dans mon jardin; mais elle ne s'y modifiait nullement. Je l'observe, en outre, attentivement depuis douze ans, sur tous les pics où je puis la rencontrer, je n'ai jamais vu d'intermédiaire entre elle et le *Th. perfoliatum*, auquel elle est toujours mêlée. Ce dernier, bien plus répandu, descend jusque dans les plaines. Il est bien évident que ces deux plantes sont voisines, mais qui pourrait prouver que l'une d'elles est une variété de l'autre? Le *Th. Tinnæanum* ressemble bien plus étroitement encore au *Bivonœa lutea*, duquel il est extrêmement difficile de le distinguer à première vue, autrement que par la couleur des pétales. Ce dernier, il est vrai, s'en distingue par son embryon notorhizé, caractère que l'on s'accorde à regarder comme très important dans cette famille; mais cela prouve tout au moins que deux espèces très distinctes peuvent avoir le même aspect. D'ailleurs, la ressemblance entre nos deux *Thlaspi* n'est pas telle qu'on ne les distingue facilement. Tinéo, Huet du Pavillon, Nyman, Arcangeli en font des espèces distinctes; M. Pomel, qui ne connaissait pas alors la plante de Sicile, a redécrit le *Th. Tinnæanum* sous le nom de *Th. obtusatum;* M. le D[r] Chabert lui avait de même donné le nom de *Th. Durandoi;* Ball en fait une variété du *Th. perfoliatum*, et tous les botanistes le distinguent à première vue.

Personne ne déplore plus que moi cet abus, qui consiste à décrire, comme autant d'espèces, tous les buissons d'églantier d'une forêt. Mais, quand des plantes, vivant ensemble, se maintiennent distinctes par des caractères fixes avec lesquels elles se retrouvent sur des points très éloignés, je pense que l'on doit en tenir compte. Mettre ces petites espèces sur le même pied que les variétés ou races culturales, c'est assimiler des choses différentes, car celles-ci, abandonnées à elles-mêmes, reviennent au type ou disparaissent. Les supprimer, c'est restreindre volontairement le champ de nos connaissances.

Au point de vue de la géographie botanique, ces petites espèces sont bien plus importantes que les grandes pour prouver l'affinité de deux flores. Au point de vue philosophique, c'est toujours à elles que devront s'adresser d'abord ceux que tenterait le grave problème de l'origine des espèces. Au point de vue économique, elles ne sont pas sans intérêt. Notre *Agrostis Mustaphæ* se vend habituellement comme objet d'ornement; le négociant qui, prenant au pied de la lettre sa réunion à l'*A. alba*, se procurerait ce dernier, ferait une bien mauvaise spéculation.

Je ne crois pas bon de décrire, comme l'a fait Boreau, tous les types présentant quelque fixité sur un pied d'égalité parfaite. Sa flore, si étudiée d'ailleurs, est d'un usage fatigant. Je trouve bien plus claire une

flore où l'on a tâché de subordonner ces types suivant leur importance. Mais, si l'on veut se servir dans ce but des mots *race* et *variété*, il faut absolument admettre pour ces termes un sens plus large que celui qu'on leur donne habituellement, en France du moins. Si on les applique aux petites espèces, il ne faut pas perdre de vue que celles-ci se comportent comme des espèces véritables.

M. O. DEBEAUX

Pharmacien principal à Toulouse.

NOTES SUR QUELQUES PLANTES RARES OU PEU CONNUES DE LA FLORE ORANAISE

Je n'ai eu d'autre but, en rédigeant ces notes, que de réunir les observations que j'ai eu l'occasion de faire pendant cinq années de séjour à Oran (1880 à 1885), sur les plantes les plus intéressantes et les moins connues de la flore oranaise. J'ai pensé également qu'il serait important de faire connaître les stations nouvelles que j'ai pu constater de toutes ces espèces, et qu'il ne serait pas inutile d'ajouter parfois de courtes diagnoses à un petit nombre de formes ou de variétés non encore indiquées par les botanistes algériens.

Ranunculus Warionii J. Freyn, in *Flora* (1880) et in Wilk. et Lange, *Prod. fl. hisp.*, III, p. 919 (1880); *R. spicatus* Desf., *Fl. atl.*, var. ex Icone; Balansa, *Plant. alg. exsicc.*, n° 573 (1852), *varietas! R. blepharicarpos* Boiss., ex Battandier.

Diffère du *R. spicatus* Desf. par ses feuilles à pubescence très courte, à 3-5 partitions, celles-ci largement obovales, lobées, crénelées-dentées, par son épi fructifère plus gros et plus allongé, par ses fleurs plus grandes du double, etc. — Commun sur le versant nord du Djebel-Santo, près de la gorge de Santa-Cruz, et sur le revers nord du grand ravin (ravin Noiseu). — Avril.

Nigella Damascæna Lin., var. *minor* Boissier, *Voy. bot. Esp.*, p. 11; Wilk. et Lang., *Prod. fl. hisp.*, III, p. 965; *N. Bourgæi* Jordan, in *Diagn. d'esp. nouv.*, (1864). Forme toujours naine du *N. Damascæna* et spéciale aux pâturages rocailleux. Plateau d'Almeida ou du Djebel-Santo, près du Marabout, à Oran. — Mai.

Ceratocapnos umbrosa Durieu. — Pentes humides du grand ravin au-dessous des grottes, avant d'arriver à la source Noiseu. Dans cette même station, on trouve en abondance le *Fumaria africana* sur les parois des rochers les plus escarpés. — Mai.

Brassica fruticulosa Cyrill. *Plant. rar.*, 2, p. 7; var. *radicata* Cosson; *Sinapis radicata* Desf., *Fl. atl.*, non Sibth. — Les fissures des rochers, au-dessous du fort de Santa-Cruz où il est commun. — Mai.

Brassica sabularia Brotero. *Phyt. lusit.*, 1, p. 97. — Les sables maritimes et les dunes à la Macta; rare sur les autres plages. — Mai.

Sinapis hispida Schousb. *Obs. vég. maroc.* (*édit. franç.*, p. 196), tab. 4.

Très commun à Oran, sur les deux versants du Djebel-Santo et sous les rochers à l'entrée du grand ravin. — Avril. — Se retrouve au Maroc (*Schousb.*), en Espagne, à Velez-Malaga (*Boiss.*) et dans la province d'Almeira (*Bourgeau*), aux Canaries (*Webb*).

Moricandia longirostris Pomel, *Nouv. Mater. flor. atl.*, p. 367. Caractérisé par ses siliques 3-4 fois plus longues que celles du *M. arvensis*, au groupe duquel il appartient. — Bords dés canaux d'irrigation à Perrégaux, à l'Habra, au barrage de l'oued Ferzoug (*O. Deb.*), au Sig, à Sainte-Barbe-du-Tlélat, au Krouf (*Pomel*).

Mathiola coronopifolia Sibth. Très abondant sur les falaises et les sables maritimes à la *Batterie-Espagnole*. — Mai.

Sisymbrium runcinatum Lagasca, in Dec., *Syst. veg.*, 2, p. 478; var. *glabrum* Cosson. — Les pelouses calcaires à l'entrée du grand ravin, derrière le Polygone. Se retrouve à Daya (*Dr Clary*).

Alyssum granatense Boiss. et Reut., *Pug. plant. nov.*, p. 9. — Les champs et les collines des terrains calcaires et les ravines, sur le versant sud du Djebel-Santo. — Avril.

Clypeola cyclodontea Delile. — Plante spéciale à la région des Hauts-Plateaux, et que l'on trouve assez communément dans une seule station, près d'Oran, sur le plateau d'Almeida, non loin de la mare du Djebel-Santo.

Cette station aux environs d'Oran, d'une espèce beaucoup plus répandue dans la région subsaharienne et au voisinage des grands chotts de l'intérieur, est un fait assez intéressant, et d'autant plus que le *Clypeola cyclodontea* n'avait pas été trouvé encore sur le littoral algérien.

Rapistrum Linneanum Boiss. et Reut., *Diagn.*, p. 6,, var. *hispidum* Gren., *Fl. Massil. adv.*; *R. confusum*, var. *hispidum* Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 357. Commun sur le versant nord de Santa-Cruz et du plateau d'Almeida. (*O. Deb.*); se retrouve à Sidi-bel-Abbès (*A. Warion*). — Mai.

Helianthemum maritimum Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 220. — Voisin de l'*H. virgatum* Desf., avec lequel on peut le confondre facilement, mais distinct par sa souche courte, rameuse dès la base, à rameaux étalés et feuillés jusque sous l'épi floral, par ses feuilles épaisses, charnues, vertes et glabres en dessus, incanescentes en dessous; grappes terminales peu allongées; divisions calicinales ovales-obtuses, les extérieures linéaires glabres; fleurs d'un rose clair.

Les sables maritimes à la Batterie-Espagnole, à Aïn-el-Turk et au cap Falcon (*Pomel*). — Mai.

Helianthemum floribundum Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 223; *H. rotundifolium* Dunal, ex Batt. Habite les collines rocailleuses et les falaises au-dessus de la Batterie-Espagnole. — Mai.

Silene pteropleura Boiss. et Reut. *Pug. pl. nov.*, p. 18. Rappelle par son port le *S. muscipula* L., dont il diffère par ses feuilles plus larges, ses bractées et ses pédoncules fructifères plus allongés, par les nervures des divisions calicinales étroitement ailées et plus aiguës, par sa capsule longuement atténuée, conique, et ses graines planes sur le dos. — Les champs sablonneux à la Sénia. — Mai.

Silene rosulata Soyer-Will. et Godron, *Monog. Silen. de l'Alg.*, p. 50, et in *Expl. scient. Alg.*, tab. 82. Cette espèce remarquable n'a été signalée qu'à La Calle, par Soyer-Willemet et Godron. Elle a été retrouvée par M. Balansa en

1852, sur les falaises, près de la Batterie-Espagnole, où je l'ai vainement cherchée pendant cinq années consécutives. Mais je l'ai retrouvée en grande abondance sur les dunes de la Macta, où elle forme des tapis épais à l'ombre des *Juniperus macrocarpa*. Le Dr Warion l'a aussi récoltée sur le Djebel-Tessalah, près de Sidi-bel-Abbès. — Juin.

Silene auriculæfolia Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 332; *S. Gibraltarica* Boiss., ex Batt., *Fl. d'Alg.* (1888). — Les rochers escarpés, versant nord du plateau d'Almeida, à l'ouest de la gorge de Santa-Cruz. Je ne connais pas d'autre habitat autour d'Oran. — Mai.

Linum maritimum Lin., var. *giganteum*. Forme à tiges robustes, rameuses dès la base, à rameaux allongés, de 50 à 90 centimètres de longueur, à feuilles plus larges que dans le type des prairies maritimes. — Parois des falaises humides, entre l'Hippodrome et la Batterie-Espagnole. — Juillet.

Rhus pentaphyllum Desf. — Très petit arbuste sur les rochers dans le bois de pins, à droite de la citerne, et où il fructifie rarement; abondant autour des sources thermales d'Hamman-bou-Hadjar.

Les Arabes apportent les baies mûres du *Rhus pentaphyllum* sur le marché d'Oran, comme étant édules, malgré leur extrême astringence.

Ulex africanus Webb, *Otia hispanica*, p. 38, tab. 29; O. Deb., in *Soc. Dauph. exsicc.*, n° 3665. — Commun sur le plateau d'Almeida, près du Marabout, et sur les falaises au-dessus de la Batterie-Espagnole; ravins sud du Djebel-Santo. Fleurit dès le mois de février; fruits mûrs en juin.

Retama Bovei Webb; *Spartium Bovei* Spach, in *Ann. Sc. natur.*, série 2e, tome XIX, p. 397. — Fréquent sur les sables maritimes à la Batterie-Espagnole, à Arzew et à la Macta. Fleurs en février, fruits mûrs en juin.

Genista erioclada Spach, *Rev. Genist.* in *Ann. sc. nat.* (1844), p. 264; Dur., in *Expl. scient.*, *Alg.*, tab. 87; O. Deb., in *Soc. Dauph. exsicc.*, n° 4068. — Les broussailles sur le plateau d'Almeida, près du Marabout. — Mai.

Genista Duriæi Spach, in *Ann. Sc. nat.*, série 2e, tome XIX, p. 271; Dur., in *Expl. scient. Alg.*, tab. 85; *G. barbara* Munby, *Flor. alg.*, p. 74; O. Deb., in *Soc. Dauph. exsicc.*, n° 3668. — Pentes rocheuses de Santa-Cruz et du Djebel-Santo dans le bois de pin d'Alep. — Mai.

Genista cephalantha Spach. *loc. cit.*, p. 271; *Anthyllis* (?) *bidentata* Munby, *Fl. alg.*, p. 76, tab. 5. — Les rochers sur le versant sud du Djebel-Santo. Commun à la gorge de Santa-Cruz, en montant au Marabout. — Mai.

Ononis psammophila Dur.; *O. lingulata* Munby; *O. natricoïdes* Coss. et Dur. — Les sables maritimes à la plage des Andalouses, à la Batterie-Espagnole et à la Macta.

Ononis arborescens Desfont. — Fissures des rochers au-dessous du plateau d'Almeida, versant nord. — Pente sud du Djebel-Santo, à la lisière du bois de pins. — Juin.

Melilotus speciosa Dur. — Pentes rocailleuses (versant nord) du grand ravin, au-dessous des grottes. — Plante rare et localisée dans cette unique station, autour d'Oran. Elle est bien caractérisée par ses tiges dressées de 40 à 60 centimètres, ses feuilles largement obovales, ses fleurs grandes, blanches, réunies en épis compacts et terminaux, etc. — Juin.

Melilotus macrocarpa Dur., in *Catal. graines du jard. de Bordeaux* ; *M. physocarpa* Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 321. — Éboulis calcaires (versant nord) du Djebel-Santo, sous le plateau d'Almeida, où cette espèce est très abondante. — Mai.

Lotus conimbricensis Brot., *Phyt. lus.*, 2. tab. 53. Les pelouses sablonneuses,

autour de la mare du Djebel-Santo, croissant avec le *L. hispidus* Desf., mais à floraison plus précoce d'un mois environ.

Leobordea lupinifolia Boissier. La synonymie de cette plante assez commune sur les pentes dolomitiques du fort Santa-Cruz et sur le versant sud du Djebel-Santo, me paraît devoir être établie de la manière suivante : « *Lotononis villosa* Pomel, var. (?) *intermedia* Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 163, sub *Leobardia; Leobordea lupinifolia* Boissier, *Bibl. univ. Genève* (1838) et *Voy. bot. Esp.*, p. 148, tab. 52; Munby, *Flor. alg.*, p. 83; *Lotononis lupinifolia* Wilk , et Lange, *Prod. fl. hisp.*, III, p. 468, ex-parte; O. Deb., in *Soc. Dauph. exsic.*, n° 5224. »

Les noms génériques de *Leobordea* adopté par Boissier et de *Leobardia*, proposé par M. Pomel, étant aussi impropres l'un que l'autre pour désigner un genre de plantes dédié à Léo de Laborde, il conviendrait d'adopter définitivement celui de *Lotononis*, inscrit déjà depuis quelques années par Wilkomm et Lange dans leur prodrome de la flore d'Espagne. M. Pomel est d'avis que la plante d'Oran serait une variété *intermedia*, peut-être même une espèce distincte du *Lotononis villosa*, par les lobes latéraux du calice divisé jusqu'au tiers seulement et à divisions linéaires-lancéolées, et non jusqu'à la base et à dents latérales moins profondes que dans la forme typique. Elle s'en sépare aussi par son légume dépassant le calice du quart environ et non la moitié de celui-ci, par ses fleurs plus précoces, à étendard ovale subaigu et non simplement ovale. La plante d'Oran est en outre moins velue, à poils soyeux, courts, plus ou moins appliqués (*Pomel*).

Onobrychis crista-galli Lam.; *O. trilophocarpa* Dur., *Ined.* — Pelouses sablonneuses dans le bois de pins; bord des ravins boisés de Djebel-Santo, sur le côté sud. — Avril.

Rosa sempervirens Lin. — Les maquis, près de la fontaine d'Aïn-Willis, dans le Dahra (*O. Deb.*). La variété *Prostrata* Dec. se trouve dans le *ravin de la Source*, à la base du Djebel-Khaar, près de Saint-Cloud. — Mai.

Rosa obscura Puget. — Les haies et les bords du chemin qui conduit de Saint-Denis-du-Sig au barrage inférieur. Se retrouve aussi aux bords de la rivière le Sig. (*O. Deb.*).

Peplis hispidula Dur., in Duch. *Rev. bot.* (1846). — Les prairies saumâtres autour de la Sebka (petit lac salé) de la Sénia.

Sedum Clusianum Guss., *Flor. sic. syn.*, 2. p. 516, *S. micranthum* Auct. Alger. mult., non Bast., in *Fl. Maine-et-Loire; S. Clusianum* Rouy, in Journ. *le Naturaliste*, octobre 1881.

Très commun à Oran, sur les rochers au-dessous du fort de Santa-Cruz et sur le plateau d'Almeida, près du Marabout. Se retrouve dans la région des Hauts-Plateaux, à Daya (*Dr Clary*), à Boghar, dans la province d'Alger (*O. Deb.*). Le *S. Clusanium* se distingue du *S. micranthrum*, avec lequel il a été confondu par plusieurs botanistes et par moi-même dans mon *Catalogue des plantes de Boghar*, n° 246, par ses tiges beaucoup plus radicantes à la base, pubérulentes, à la fin rougeâtres, par ses feuilles du double plus petites, par ses pétales très aigus, marqués de rouge sur la carène médiane et non obtus (*Rouy.*)

Saxifraga oranensis Munby, in *Bull. Soc. bot. France*, vol. II, p. 284; *S. granatensis* Boiss., ex parte. — Commun sur les rochers escarpés au-dessous du plateau d'Almeida, versant sud, et près de la gorge de Santa-Cruz. Ravin Noiseu, sur les rochers à l'exposition du nord. — Mai.

Laserpitium gummiferum Desf., *Fl. atl.*, 1, tab. 72; *Margotia laserpiioïdes* Boiss. *Voy. bot. Esp.*, p. 263, et in *Elench. plant.*, p. 52; *M. gummifera* Wilk. et Lange

Prod. fl. hisp. — Abonde dans tous les champs cultivés à Saint-Cloud, Sainte-Léonie, Kléber et Arzew, etc. — Mai et juin.

Peucedanum Munbyi Boiss., *Diagn.*, série 2ᵉ, nº 2, p. 89; *P. salsum* Munby, *Cat. plant. alg.*, 15, non Besser; Balansa, *Plant alg. exsicc.* (1852). — Espèce fort rare aujourd'hui et pour ainsi dire introuvable dans la localité princeps de la Sénia (lac salé), où elle a été signalée par Munby. Retrouvée à Sidi-bel-Abbès (*A. Warion*), et à Daya (*Dʳ Clary*).

Ferula tingitana Lin. — Les rochers escarpés sous le fort et à la gorge de Santa-Cruz. Versant sud du Djebel-Santo, sous le Marabout. Beaucoup plus rare au grand ravin Noiseu. — Juin.

Buplevrum gibraltaricum Lam., *Dict.* 2. p. 520; Willk. et Lange, *Prod. fl. hisp.* 3, p. 76. — Rochers sous le fort de Santa-Cruz et à l'entrée du grand ravin.

Buplevrum Balansæ Boiss. et Reut., *Diagn. pl. nov.*, série 2ᵉ, nº 2, p. 83; *B. frutescens* Balansa, *Plant. alg. exsicc.* (1852), non Lin. — Très répandu sur les sables maritimes à la Batterie-Espagnole, sur le versant sud du Djebel-Santo et sur le plateau d'Almeida, près du Marabout. — Juillet.

Carum mauritanicum Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 49. — Les pentes ravinées dans le bois de pins, sur le versant sud du Djebel-Santo; champs cultivés à l'est d'Oran (*Boiss.*, *Reut.*).

Carum incrassatum Boiss., *Voy. bot. Esp.*, p. 239. — Les champs cultivés dans la plaine d'Oran. — Avril.

Balansæa Fontanesii Boiss. et Reut., *Pug. pl.*, p 49; *Scandix glaberrima* Desf., *Fl. atl.*, 2. tab. 74. — Les rochers ombragés à l'entrée du grand ravin; au pied de la falaise, près de la Batterie-Espagnole; versant nord du Djebel-Santo, etc.; assez commun. — Mai.

Hippomarathrum crispatum Pomel, *Nouv. Mat. fl. atl.*, p. 151; *Cachrys crispata* Pomel, antea *in Herb.*; *C. sicula* Lin., ex parte. Cette forme, que M. Pomel considère comme une bonne espèce, se distingue de l'*H. siculum* L. (*H. pterochlænum* Boiss.) par ses fruits ovoïdes oblongs, à méricarpes couverts de nombreuses aspérités crispées et diversement confluentes, à côtes subcarénées, saillantes, rapprochées, par ses tiges dressées, très rameuses, en corymbes arrondis (*Pomel*). — Champs cultivés de la plaine et du littoral à Oran, Gambetta, Arcole, Sidi-Chami, Mangin, Valmy, la Sénia, etc. — Juin.

Eryngium Barrelieri Boiss.; *E. pusillum* Desf., non Lin. — Les sables saumâtres des anciennes sebkas de la Sénia; mare du Djebel-Santo. — Juin.

Eryngium ilicifolium Desf., *Fl. atl.* Les collines incultes à Mostaganem, Mazagran et à Gambetta, près d'Oran (*O. Deb.*), Perrégaux, Saint-Denis-du-Sig, etc.

Eryngium mauritanicum Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 138; *E. tricuspidatum* Desf., ex parte. — Les rochers ombragés dans le bois de pins, sur les deux versants du Djebel-Santo; ravin de la Source, près de Saint-Cloud (*O. Deb.*). — Juin.

Lonicera canescens Schousb., *Obs. vég. Maroc* (éd. française, p. 88); *L. biflora* Desf., *Fl. atl.*, 1, p. 184, tab. 52. — Bords des vignes et des chemins à Bosquet, dans le Dahra (*O. Deb.*).

Putoria brevifolia Coss. et Dur.; Munby, *Cat. pl. alg.*, p. 16; *O. Deb.*, in *Soc. Dauph. exsicc.*, nº 4901. — Fissures des rochers sur le plateau d'Almeida, près du Marabout; parois des rochers escarpés (côté nord) du grand ravin d'Oran.

Galium Bovei, Boiss. et Reut., *Pug. plant. nov.*, p. 50. Cette petite espèce a tout à fait l'aspect du *G. glomeratum* Desf. Elle en diffère par ses proportions plus réduites, par ses tiges hautes de 5 à 10 centimètres au plus, par ses ombellules moins longues, pédonculées, par les pédicelles fructifères égalant les fleurs, défié-

chis et épaissis après l'anthèse, par les lobes de la corolle aigus, mutiques, non aristés et les méricarpes globuleux, fortement tuberculeux, etc. — Parmi la broussaille, sur le plateau d'Almeida; ravin Noiseu, sur le versant nord. — Mai.

Galium brunneum Munby, *Fl. alg.*, p. 16. — Sur tous les rochers qui bordent la route d'Oran à Mers-el-Kébir, et sous le plateau du Djebel-Santo, à l'exposition du nord. Pentes rocailleuses du grand ravin également au nord. — Juin.

Bellis rotundifolia Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 55 (exclus. syn. Desfont.); *Bellium cordifolium* Kunze.

Très fréquent sur les pentes du fort Saint-Grégoire, dans les ravins boisés des deux versants du Djebel-Santo et sur la falaise de la Batterie-Espagnole. On le reconnaîtra facilement à ses feuilles grandes, cordiformes à la base, aussi longues que larges, à pétioles longs de 15 à 20 centimètres, à ses tiges florifères atteignant 30 à 40 centimètres et à ses capitules beaucoup plus grands que dans toutes les autres espèces du genre *Bellis* dans les mêmes localités.

Bellis microcephala Lange, *Pug.*, 2, p. 116; Wilk. et Lange, *Prod. flor. hisp.* 2, p. 31; *B. annua*, var. *microcephala* Balansa, *Plant. alg. exsicc.*, n° 620 (1852); *B. annua*, var. *minuta* Déc.

Cette petite plante est pour ainsi dire la miniature du genre *Bellis*. Ses tiges, grêles, simples, filiformes, nues dans la partie supérieure et hautes de 3 à 5 centimètres au plus, ses capitules d'un blanc rosé ou légèrement violacé ayant de 6 à 8 millimètres en diamètre, ses feuilles caulinaires obovales, spatulées, entières et pétiolées, pubescentes, suffisent pour la distinguer facilement du *B. annua*. — Les pelouses sèches dans le bois de pins, et sur le plateau du Djebel-Santo. — Avril.

Anthemis santolinoïdes Mumby, in *Bull. Soc. bot. Fr.*, 2, p. 284; *A. piscinalis* Dur., in Munby, *Flor. alg.*, p. 95; *A. aurea* Munby, *Plant. alg. exsicc.*, cent. 1, n° 5, *A. nobilis* var. *flosculosa* Pers., ex. Cosson, in *Bull. Soc. bot. Fr.*, 2, p. 288; O. Deb., in *Soc. Dauph. exsicc.*, n° 4918. — Commun dans la dépression de terrain nommée *Mare du Djebel-Santo*, sur le plateau de ce nom. — Mai.

Anthemis chrysantha J. Gay. — Les falaises à Sainte-Thérèse, près d'Oran, et dans le ravin de l'Abattoir. — Mai.

Anthemis Boveana J. Gay. — Les collines sablonneuses ou calcaires, au-dessus de la Batterie-Espagnole; champs cultivés près de l'Hippodrome. — Mai.

Anacyclus linearilobus Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 57.

Les sables maritimes à la plage des Andalouses, à la Batterie-Espagnole, à Arzew et à la Macta.

Coleostephus macrotus Dur., in Duch., *Rev. bot.* (1846); *Glossopappus chrysanthemoïdes* Kunze, in *Flora* (1846); *Pyrethrum myconis*, var. *pullatum* Cosson, *Not. plant. Esp.*, p. 380. — Les rochers sous le fort de Santa-Cruz. Répandu également dans la région des Hauts-Plateaux, à Daya, etc.

Artemisia herba alba, var. *oranensis* O. Deb., in *Herb.*; *A. oranensis* O. Deb., in Magnier, *Flora selecta exsicc.* (1886); *A. herba alba*, Asso. *Syn. stirp. indig. Arag.*, n° 81, p. 117 (1779), VARIETAS ex Cosson, in *Rapp. d'un voy. bot. en Alg.* (1852), in *Ann. Sc. nat.*, série III, vol. 19, p. 90, et in *Liste des plantes d'Oran* (*loc. cit.*, série IV, vol. 1, p. 65 (1854); *A. odoratissima* Munby, *Flor. alg.*, p. 92, non Desfont., ex parte; Puel et Maille, *Herbier des flores locales*, n° 41 (1854); Balansa, *Plant. alg. exsicc.*, n° 675 (1852) *varietas!*

La variété *oranensis* de l'*A. herba alba*, forma typica, diffère de celle-ci par ses capitules cylindracés, par les écailles de l'involucre ayant *toutes* sur le dos une sorte de gibbosité, à l'exception des écailles intérieures qui n'en ont pas et celles-ci

en très petit nombre, par sa floraison plus tardive de quatre à cinq mois environ, par ses feuilles primaires soyeuses en dessus, incanescentes en dessous, et par son habitat localisé à Oran, dans les ravins rocailleux, au-dessous du plateau d'Almeida. La forme typique de l'*A. herba alba* fleurit dans la province d'Oran (Sidi-bel-Abbès, Mascara, Saint-Denis-du-Sig, Perrégaux, etc.), vers le 15 juin, tandis que la var. *oranensis* ne montre ses capitules qu'en décembre et janvier.

Senecio mauritanicus Pomel (*Nouv. Mat.*, 74. Plante annuelle, ayant le port et le faciès du *S. humilis*, mais à tiges glabres, d'un vert foncé, à calathides plus grandes, à feuilles glabres, les inférieures oblongues-cunéiformes, atténuées en pétiole, les caulinaires sessiles, un peu dilatées à la base et auriculées, semi-embrassantes et un peu charnues. — Commun dans la région maritime, sur les rochers et les falaises à Oran, aux Bains de la Reine, à Mers-el-Kébir, etc. Fleurs en février et mars.

Calendula marginata Wild., var. *acutifolia* Boiss. et Reut. *Diagn. pl. nov.*, série II, n°6, p. 107. — Très répandue sur les deux versants du Djebel-Santo, du fort Santa-Cruz et du fort Saint-Grégoire.

Calendula Balansæ Boiss. et Reut., *Diagn. pl. nov.*, *loc. cit.*, p. 108. Plante vivace incanescente, tomenteuse, rameuse à rameaux dressés ; feuilles tomenteuses, incanescentes sur les deux faces. — Répandue sur les sables maritimes à la Batterie-Espagnole, à Christel, à Arzew, à la Macta et à la Stidia, près de Mostaganem.

Calendula algeriensis Boiss. et Reut. *Diag.* (*loc. cit.*), p. 109. Annuel, à fleurs grandes, d'un jaune orangé vif. — Commun sur les sables incultes, et les champs sablonneux autour d'Oran, à Gambetta, au Polygone, etc.

Centaurea pubescens Wild.; *C. incana* Desf., non Lagasca. — Les fissures des rochers sur le plateau d'Almeida, et sur le versant sud du Djebel-Santo. Commun dans la région des Hauts-Plateaux, à Tiaret, Daya (*Dr Clary*).

Centaurea ferox Desf. — Collines incultes à Mazagran, près de Mostaganem (*O. Deb.*); les Hauts-Plateaux à Daya (*Dr Clary*).

Centaurea algeriensis Cosson, in *Notice pl. d'Esp.*, p. 136; *C. acutangula* Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 68. — Les champs sablonneux au voisinage des Sebkas, à Valmy, la Sénia, aux Andalouses, à Saint-Denis-du-Sig, à Perrégaux, etc. — Mai.

Centaurea fragilis Durieu. — Abonde sur les sables maritimes à la plage des Andalouses, à la Batterie-Espagnole, à Arzew, et à la Macta. — Juin.

Galactites Duriæi Spach, in *Expl. scient. Alg.*, tab. 35 ; Wilk. et Lange, *Prodr.. flor. hisp.*, 2, p. 200. — Les deux versants du Djebel-Santo et de Santa-Cruz. — Juin.

Carduus Spachianus Dur., in *Duch. Rev. bot.*, 2. (1846), et in *Expl. scient. alg.*, tab. 51 ; *C. Duriæi* Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 64, ex Munby. — Très rare à Oran, où je ne l'ai rencontré que dans une seule station : « Champs et talus du chemin de fer, avant d'arriver au petit lac de la Sénia » ; Ain-Témouchent (Boiss.).

Catananche cœrulea, var. *propinqua* Pomel; *C. propinqua* Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 19. Ne diffère du *C. cœrulea* que par ses pédoncules munis de bractées très petites, peu nombreuses, par ses achaines extérieurs couverts de poils appliqués et à aigrette beaucoup plus longue, par ses feuilles linéaires entières et non divariquées-dentées, par ses tiges grêles, rameuses dès la base et divariquées. — Commun sur les collines calcaires aux environs d'Oran, sous Santa-Cruz et sur le plateau d'Almeida, à Saint-Denis-du-Sig, à Sidi-bel-Abbès, Daya.

Kalbfussia oranensis Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 268 (1875); *K. Salzmanni* Pomel. *loc. cit.*, p. 10 (1874), non Schultz.

Tiges rameuses dès la base, à rameaux 2-8 flores dressés; feuilles toutes radicales, sinuées, oblongues, atténuées en pétiole, dentées à dents petites, espacées, triangulaires; péricline glabrescent; achaînes noirs, atténués au sommet, terminés par un rostre court et tronqué, les intérieurs de moitié plus courts se terminant par un bec très grêle. Plante entièrement glabre, croissant de préférence dans le fond des anciennes Sebkas; pelouses du Polygone (*Prof. Doumergue*). — Avril.

Spitzelia cupuligera Dur., in *Duch. Rev. bot.*, 2 p. 431 (1846), et in *Expl. scient. alg.*, tab. 48. — Assez commun sur les pelouses rocailleuses à l'entrée du bois de pins, sur le plateau du Marabout et les deux versants du Djebel-Santo; Sidi-bel-Abbès (*A. Warion*), Daya (*Dr Clary*).

Lactuca spinosa Lam. — Les fissures des rochers sous le fort de Santa-Cruz et sous le plateau du Djebel-Santo (côté sud); rochers autour de la chapelle de Saint-Denis du Sig. (*O. Deb.*); Sidi-bel-Abbès, Daya, etc.

Barkausia suberostris Dur. — Les sables maritimes à Arzew et à la Macta; la Stidia (*Balansa*).

Picridium tingitanum Desfont. Vivace, glabre, à pédoncules robustes, à calathides grandes, concolores. — Les rochers sur le versant nord du Djebel-Santo, au-dessous du plateau d'Almeida. — Mai.

Picridium discolor Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 6 (1874). Glabre, à calathides discolores, jaunes à la circonférence, avec le centre d'un pourpre noir; souche annuelle émettant des tiges courtes, peu ramifiées, mais le plus souvent simples. — Les sables maritimes, près de l'Hippodrome, et à la Batterie-Espagnole; sables de l'Habra, du Sig, des canaux d'irrigation à Perrégaux; El-Abiod dans le Sahara oranais (*Pomel*).

Picridium vulgare Desfont. Souche robuste, vivace, d'où s'élèvent des tiges nombreuses, dressées et très rameuses; calathides assez grandes, concolores. — Les fissures des rochers au-dessous du fort de Santa-Cruz, et surtout le versant nord du Djebel-Santo. — Mai.

Picridium intermedium Schultz. Plante glabre, annuelle; racines grêles et tiges ordinairement simples, peu feuillées; feuilles espacées, embrassantes; calathides concolores, d'un jaune pâle, à pédoncules renflés sous la fleur. — Champs, vignes et collines incultes; çà et là dans les vignes, sous la chapelle de Santa-Cruz et le fort Saint Grégoire; la plaine d'Oran.

Zollikoferia longiloba Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 70. — Les sables maritimes à la plage des Andalouses, à la Batterie-Espagnole et à la Macta, où il est très abondant. — Mai et juin.

Andryala arenaria Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 71; *A. parviflora*, var. *arenaria* Boiss., *Voy. bot. Esp.*; *A. tenuifolia*, var. *arenaria* Dec. *Prod.* — Les sables maritimes, à la Batterie-Espagnole, à la plage des Andalouses; les pelouses sablonneuses dans la partie supérieure du grand ravin. — Mai.

Jasione glabra Dur., in *litt.*; Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 72. — Les sables du littoral à la Batterie-Espagnole (*Boiss. Reut. Balansa, Doumergue*).

Campanula mollis Lin.; Dec., *Prod.*, 7, 463; *C. velutina* Desf., *Fl. atl.*, tab. 51. — Les rochers sur le versant nord du Djebel-Santo; fissures des rochers à la gorge de Santa-Cruz, à Mers-el-Kébir, etc.

Anagallis collina Schousb., *Obs. vég. Maroc*, p. 78 (*édit. franç.*). — Les pelouses et les collines rocailleuses dans le bois de pins, et sur le plateau du Djebel-Santo. — Mai.

Anagallis repens Pomel, *Nouv. Mat.*, 126, an Dec. (?)

Tiges couchées, grêles, rameuses, radicantes à chaque nœud, glabres; feuilles un peu charnues, les caulinaires opposées, les florales alternes ovales-suborbiculaires brièvement pétiolées; fleurs rosées axillaires, alternes, à pédoncules grêles, d'abord dressés, puis recourbés à la maturité du fruit; divisions du calice étroites lancéolées, acuminées, membraneuses sur les bords (*Pomel*).

Les lieux marécageux et au bord des sources qui coulent au pied de la grande falaise, entre l'Hippodrome et la Batterie-Espagnole (*Pomel*, *O. Deb.*, *Doumergue*). — Juin.

Boucerosia Munbyana Decaisne, in *litt.* et in Munby, *Flor. alg.*, p. 25, tab. 7, suppl.; *Apteranthes Gussoniana* Decaisne, *ex parte*. Cette remarquable Asclipiadée est l'une des espèces qui caractérisent le mieux la flore d'Oran; on la trouve en abondance dans les fissures des rochers, sous le fort de Santa-Cruz et dans toutes les rocailles au milieu du bois de pins d'Alep. Munby la signale sur les rochers qui dominent la mer (chaîne du Ghammara), entre Mers-el-Kébir et le cap Falcon. Elle fleurit dès le mois d'avril, à l'exposition du sud.

Cuscuta cuspidata Pomel, *Nouv. mat.*, p. 87.

Tiges capillaires, rameuses; glomérules floraux, sessiles épars ou rapprochés; fleurs fortement muriculées, scabres, à divisions calicinales, formant jusqu'au milieu cinq dents triangulaires, dressées-appliquées (*Pomel*). — Parasite sur les cistes, les hélianthèmes, les thyms et autres petites plantes ligneuses sur le versant sud du Djebel-Santo. — Mai.

Lycium intricatum Boiss., *Elench. plant.*, 143 et *Voy. bot. Esp.*, p. 440; Munby, *Fl. alg.*, 25. — Les sables du littoral et les falaises à la Batterie-Espagnole; ravin de l'usine à gaz; rochers à la gorge de Santa-Cruz. Commun dans ces diverses stations.

Celsia laciniata Poir., *Dict.*; *C. Barnadesi* Don, ex Wilk. et Lange, *Prod. flor. hisp.*, 2,545. — Les rochers sous le plateau du Marabout et sur le plateau d'Almeida; versant sud du Djebel-Santo. — Mai et juin.

Antirrhinum majus Lin., var. *ramosissimum* Wilk. et Lange, *Prod. fl. hisp.*, 2, p. 583.

Tiges robustes très rameuses de la base au sommet, rameaux allongés, flexueux; feuilles lancéolées aiguës; fleurs ordinairement plus petites que dans la forme typique. La plante entière est subglabre. — Les fissures des rochers sous les forts de Santa-Cruz et de Saint-Grégoire; les rochers sur les deux versants du Djebel-Santo; les vieux remparts de la ville d'Oran. — Mai et juin.

Linaria elatinoïdes Desf. Espèce rare autour d'Oran, et signalée seulement au M'léta par Munby. — Retrouvée dans les champs sablonneux à Valmy et près de la gare de la Sénia par M. Doumergue, en 1887.

Linaria tingitana Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 84; *L. heterophylla* Salzm., *Plant. tingit. exsicc.*, non Desf. Voisin du *L. heterophylla*, mais bien distinct par ses tiges anguleuses subailées, par ses stolons à feuilles linéaires, par son épi floral plus dense et velu, par ses bractées et les divisions du calice linéaires, par sa corolle d'un jaune plus vif, etc.

Les sables maritimes et les falaises à la plage des Andalouses, à la Batterie-Espagnole, Christel, Arzew, la Macta, la Stidia et à Mostaganem. — Juin-juillet.

Linaria melanantha Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, 85; *L. tristis*, var. *tenuifolia* Chav., *Monog. Antirrh.* — Cette plante, qui paraît être fort rare dans la région des Hauts-Plateaux, a été confondue par quelques auteurs avec le *Lin. tristis* Wild., qui est spéciale aux rochers maritimes à Nemours (A. Warnier). Elle a été retrouvée aux environs de Daya, en 1887, par M. le Dr Clary.

Linaria atlantica Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, p. 90. — Les sables du littoral à la Batterie-Espagnole (*Munby, Balansa, Doumergue*).

Scrofularia hispida Desf. — Les rochers escarpés sur le versant nord du fort de Santa-Cruz; fissures des rochers et des murailles autour du fort de Saint-Grégoire. — Signalé à Tlemcen (Boiss. et Reut.).

Orobanche minor, var. *Ballotæ* O. Deb., in *Herb.* (1884). — Voisin de *l'O. minor.*, var. *flavescens* Reut., dont on le distingue par ses tiges plus élancées, moins épaissies à la base, par son épi beaucoup plus allongé, à fleurs moins espacées à la base, et plus denses au sommet, par la teinte uniforme de toute la plante qui est d'un jaune intense, et enfin par son habitat exclusif sur les racines du *Ballota hirsuta.* — Les rochers escarpés, sous le plateau d'Almeida, versant nord du Djebel-Santo, où il est rare. — Juin.

Phelipæa mauritanica Coss. et Dur., apud Cosson, *Voy. bot. en Alg.*, in *Ann.*, *Scienc. nat.*, série 4, s. p. 226, et in Bull. Soc. bot. Fr. 4, p. 409; *Ph. violacea* Reut. in *Dec. Prod. XI*, p. 72, *ex parte.* — Les sables du littoral à la Batterie-Espagnole, et les sables saumâtres des Sebkas desséchées en partie, à la Sénia, à Valmy, etc. — Parasite sur les Salsolacées. — Avril et mai.

Phelipæa lutea Desf., *Fl. atl.*, 2, p. 60, tab. 145. Assez commun sur les sables maritimes, près de la Batterie-Espagnole; parasite sur les racines du *Salsola longifolia* (*O. Deb.*). Commun à Perrégaux, sur les racines de l'*Atriplex halimus* (*Dr Trabut*). Commun dans la région des Hauts-Plateaux et des chotts, dans les trois provinces algériennes.

Thymus Munbyanus Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, 96; *Th. striatus* Munby, *Fl. alg.*, p. 62, tab. 4, non Vahl; *Th. hirtus* Benth., in Dec. *Prod.*, *ex parte.* — Collines sablonneuses du littoral et sables maritimes à la Batterie-Espagnole, à Gambetta, Arcole; sur le plateau du Djebel-Santo, etc. Commun dans toutes ces localités.

Calamintha candidissima Munby, *Fl. alg.*, p. 61, sub *Melissa.* — Sur les rochers, à l'entrée du grand ravin, derrière le Polygone; plateau d'Almeida, près du Marabout, où il est également très abondant. — Septembre.

Calamintha graveolens Benth., in Dec., *Prodr.*, VII, 231; *Thymus graveolens* M. Bieb.; *Th. acinos* Munby, *Fl. alg.*, 61, non Lin. — Pelouses sablonneuses dans le bois de pins, près de la maison du garde et sur le plateau du Djebel-Santo. — Avril.

Salvia nemorosa Lin., var. *oranensis* O. Deb., in *Sched.* (1882).

Souche grosse, vivace, émettant des tiges nombreuses décombantes, puis redressées de 30 à 40 centimètres de longueur, recouvertes, ainsi que les pétioles et la face inférieure (!) des feuilles, d'une pubescence fine, serrée et comme veloutée; feuilles radicales pétiolées, à pétioles égalant le tiers environ de la feuille ; les caulinaires presque sessiles, les florales semi-embrassantes, toutes brièvement crénelées-dentées, d'un vert gai en dessus, pâles et légèrement incanescentes en dessous; fleurs disposées en longs épis terminaux, ceux-ci au nombre de 6-12 sur chaque tige florifère, longs de 15 à 20 centimètres, à verticilles très serrés et formant ainsi un épi mince, non interrompu; bractées larges, ovales, brusquement acuminées; divisions du calice lancéolées-aiguës; fleurs d'un bleu vif.

Habite sur les talus du chemin de fer à Saint-Charles, près de la porte de Mostaganem, et sur un parcours de cent mètres environ, au milieu d'anciennes carrières et de fours à chaux abandonnés aujourd'hui. — Juillet.

Le *Salvia nemorosa* n'a pas encore été signalé que je sache dans la province d'Oran, ni en Algérie. Il est à présumer que la forme remarquable, qui paraît

être parfaitement acclimatée à Saint-Charles et qui est d'origine étrangère à cette localité, doit son introduction à une circonstance fortuite. Peut-être aussi a-t-elle été cultivée autrefois dans quelque jardin, détruit plus tard par la voie ferrée de Karguentah à la marine d'Oran, et se sera-t-elle reproduite ensuite dans la station unique où nous la trouvons aujourd'hui.

Rosmarinus lavandulaceus de Noë, *Ined.*, apud Balansa, *Plant. alg. exsicc.*, n° 444, (1852), var. *littoralis* O. Deb., in Sched (1882).

« Caule 10-30 centim. alto, repente vel erecto, e basi ramoso, ramis erecto-patulis, » foliis crassioribus quam in forma typica, subtus magis tomentosis, verticillas- » trisque foliorum numerosioribus; spicis florigeris densioribus, et præsertim » calicis laciniis magis albo-tomentosis, lanatis, pedunculisque brevioribus; flori- » bus intense violaceis. Ineunte aprili floret.

» Hab. in arenosis maritimis, circa locum dictum *la grande falaise*, prope » Oran. »

La forme typique, le *R. lavandulaceus* de Noë, a été récoltée par M. Balansa, en 1852, sur les collines incultes bornant au nord la plaine des Andalouses, près d'El-Ançor.

Rosmarinus laxiflorus de Noë, *Ined.*, apud Balansa, *Plant. alg. exsicc.*, n° 443 (1852), var. *reptans* O. Deb., in Sched (1882).

« Caulibus parvis, tortuosis, 20-30 centim. longis, ramulisque patulis, divaricatis, » tortuosis, ad rupes vel in solo calcareo repentibus; foliis supra glabris, subtus » incanescentibus, brevioribus quam in typo, verticillisque foliorum densiori- » bus. Flores pallide lilacini in medio Martii apparent.

» Hab. in saxosis, vel ad rupes dolomiticas infra oppidum dictum Santa-Cruz, » prope Oran vulgatissimus. »

La forme *reptans* du *R. laxiflorus* est surtout caractérisée par ses tiges courtes à rameaux divariqués, tordus et appliqués sur les parois des rochers. Le type a été recueilli sur le versant sud du Djebel-Santo par M. Balansa, en 1852.

Nepeta algeriensis de Noë, in *Bull. Soc. bot. Fr.* 2, 581 ; *N. multibracteata* Desf., var. *Boveana* Benth. — Les pentes herbeuses du Djebel-Santo, versant nord, au dessus du village de Sainte-Clotilde. — Juin.

Nepeta Apulei Ucria, apud Gussone, *Prod. flor. sic.*, 2, p. 80; Benth, in Dec' *Prodr.*, VII, 375; *N. rosea* Salzm.; *N. tuberosa* Desf., non Lin. — Les pelouses rocailleuses à l'entrée du grand ravin, derrière le Polygone; les garrigues sur le chemin d'Ain-Beida, au sud d'Oran (*Doumergue*). — Mai.

Sideritis Guyoniana Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, 98. — Deux formes distinctes se rencontrent près d'Oran : l'une, *latifolia*, qui serait le type décrit par Boissier et Reuter, et croissant sur la grande falaise au-dessus de la Batterie-Espagnole; l'autre, *angustifolia*, à feuilles 1-2 fois plus étroites, lancéolées, qui se rencontre dans les fissures des rochers, sur le plateau d'Almeida, près du Marabout, ainsi que sur le versant nord du Djebel-Santo. — Juin.

Sideritis leucantha Cavan., *Icon.* IV, *tab.* 307; Wilk. et Lange, *Prod. flor. hisp.*, 2, p. 457; G. Rouy, *Excurs. bot. Esp.*, in *Revue Scienc. nat.* (1882-1883), et p. 81 du tirage à part.

Var. *oblongifolia* Rouy, *loc. cit.*, Feuilles oblongues, lancéolées à dents inégales, mucronulées, ciliées en dessous, subglabres en dessus; rameaux courts de 20 à 30 centimètres, très velus dans la partie florifère; verticilles floraux espacés, tomenteux; fleurs blanches.

Les éboulis dolomitiques de Djebel-Santo (versant sud), sur le bord du ravin qui conduit au Marabout. — Juin.

Cette rare espèce n'avait pas encore été signalée en Algérie. La plante d'Oran appartient, sans aucun doute, à la variété *oblongifolia*, décrite par M. Rouy dans ses *Excursions botaniques en Espagne*. Il n'en existe qu'une dizaine de pieds dans la localité unique où je les ai rencontrés et j'ai eu soin de les respecter dans mes herborisations.

Observation. — *Le Sideritis arborescens* Salzm. signalé par Munby (*Cat. pl. alg.*, 27), à Santa-Cruz, ne s'y trouve pas, car j'ai exploré avec soin tout le massif de *Santa-Cruz*, et cette espèce ne m'aurait pas échappé, ainsi qu'aux nombreux botanistes qui ont visité cette partie du Pic d'Aïdour. Dans la deuxième localité citée par Munby, pour l'*habitat* du S. arborescens : « *Pont du Chélif près de Mostaganem* », on n'a rencontré qu'une autre espèce de *Sideritis*, le *S. maura* de Noë, publié par M. Balansa, dans ses *Plantes d'Algérie* (1852), sous le nº 564. Dans la diagnose qui accompagne l'étiquette du *S. maura*, l'auteur dit, dans une courte diagnose, que celui-ci est intermédiaire entre les *S. linearifolia* Lam. et *S. Cavanillesii* Lag.

Teucrium fruticans Lin. Plusieurs formes de cette plante se rencontrent dans la province d'Oran :

1º Var. A, *latifolium* Rouy, *Matér. flor. port.*, in *le Naturaliste* (1883) et du tirage à part, p. 6; *T. latifolium* Lin. Feuilles largement ovales, à pubescence fauve en dessous. Collines incultes à Bouguirat (*Dr Trabut* et *Battandier*).

2º Var., *B, lancifolium* O. Deb., in *Sched.* (1883). Feuilles ovales-lancéolées, subglabres en dessus, pubescentes et incanescentes en dessous. — Les rochers à Nemours (*A. Warnier*), à Daya (*Dr Clary*).

3º Var. C. *linearifolium* Clary in *Herb.* (1887). Feuilles étroitement linéaires, lancéolées, incanescentes, tomenteuses en dessous. — Daya (*Dr Clary*).

Teucrium crispum Pomel, *Nouv. Mat.*, 304; *T. pseudo-scorodonia* Desf., *Fl. atl.*, *ex parte*. — Se distingue du *T. pseudo-scorodonia* par ses calices plus longuement tubuleux et plus grands, à lobe supérieur presque oblong, mucroné et non ovale-lancéolé, acuminé, par ses pédicelles bien plus courts, par ses bractées lancéolées, par ses feuilles oblongues, deltoïdes, tronquées à la base, à bords inégalement crénelés, plus ou moins crispés et non cordiformes à crénelures régulières. — Plante robuste sousfrutescente, velue-tomenteuse; fleurs blanchâtres, en grappes nombreuses paniculées (*Pomel*). — Les rochers herbeux dans le bois de pins sur les deux versants du Djebel-Santo. — Juin.

Statice Duriæi de Gir., in *Expl. scient. Alg.*, tab. 68. — Abondant sur les sables saumâtres des Sebkas de la Sénia, Valmy, Miserghin; autour des thermes d'Hamman-bou-Hadjar. — Juin.

Statice oxylepis Boiss., in Dec. *Prod.* XXII, p. 647. — Les sables maritimes à Arzew, près de l'embouchure de l'oued Arzew; à la Macta, à Relizane, etc. — Mai.

Statice cyrtostachya de Gir., in *Ann. Sc. nat.*, sér. III, vol. 2, non Boiss. et Reut. in *Pug. pl. nov.* 10, quæ ad *S. sebkarum* pertinet (Teste Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 130). — Les rochers maritimes à Oran, près du fort Lamoune, aux Bains-de-la-Reine, à Mers-el-Kébir, etc. — Juillet.

Observation. — Le *Statice cyrtostachya* a été considéré par Boissier dans le *Prodromus* comme étant la même espèce que le *S. minutiflora* de Gussone, et sur l'assertion de cet auteur, M. Balansa et d'autres botanistes l'ont distribué sous ce dernier nom. M. Pomel constate que le *S. minutiflora* que je n'ai point rencontré à Oran, se distingue du *S. cyrtostachya* par ses épillets raides, ses scapes plus courts, etc.

Statice sebkarum Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 130; *S. cyrtostachya* Boiss. et Reut.,

Pug. p. 103, non de Girard. — Les sables saumâtres des Sebkas de la Sénia, de Valmy et de Miserghin. — Juillet.

Statice lingua Pomel, *Nouv. mat.*, p. 129. Les sables maritimes à l'embouchure de la Macta et les marécages saumâtres sur la rive gauche de cette rivière. — Juin. (*O. Deb.*).

Statice gummifera Dur., apud Boiss. et Reut., *Pug. pl. nov.*, 104; Wilk. et Lange, *Prod. fl. hisp.*, 2, p. 379. — Les sables dans l'ancienne Sebka de la Sénia, non loin de la station du chemin de fer.

Var. *Corymbulosa* Cosson, *Not. plant. Esp.*, p. 175; Wilke et Lange, *loc. cit.*, p. 380.

Cette variété diffère de la forme typique par ses feuilles moins arrondies, par ses épillets 3-5 flores beaucoup plus rapprochés, disposés en épis courts, arqués, formant des glomérules corymbiformes au sommet des rameaux. — Les rochers maritimes à Christel, à 30 kilomètres est d'Oran (*O. Deb.*).

Plantago amplexicaulis Cavan. *Icon.*, 2, p. 22, *tab.* 125; *P. lagopoïdes* Desf., *Fl. atl.*, 1, tab. 39. — Les pelouses calcaires et les éboulis rocailleux sur le versant sud du Djebel-Santo. Commun autour de la maison du garde dans le bois de pins. — Avril.

Halostachys perfoliata Moq., in *Ann. Scienc. natur.* série 2e, 4, p. 147; *Salicornia amplexicaulis* Vahl.; *S. strobilacea* Delile. — Sables saumâtres de la Sebka de la Sénia. — Mai.

Salsola vermiculata Lin., var. *microphylla* Moq.; *S. mycrophylla* Cavan., *Icon.*, tab. 287; *S. brevifolia* Desf.; *S. vermiculata*, var. *glabrescens* Boiss.

La variété *microphylla* du *Salsola vermiculata* se distingue du type par ses tiges sousfrutescentes à rameaux plus allongés et plus diffus, souvent décombants et formant un buisson plus épais; par ses feuilles très petites recouvertes, ainsi que les rameaux, d'une pubescence fine pulvérulente. — Les sables de la Sebka de la Sénia, près de la gare, le long des fossés; se retrouve sur le petit plateau, à la gorge de Santa-Cruz. — Août.

Passerina annua L., var. *Salsa* Munby. Plante plus grêle dans toutes ses parties que le *P. annua*, à tiges simples, courtes, non ramifiées au sommet. — Les sables saumâtres à la Sebka de la Sénia. — Juin.

Aristolochia bœtica Lin.; *A. glauca* Desf., *Fl. atl.*, 2, tab. 250; *A. subglauca* Brot., *Fl. lus.*, 2,593. — Très commun au pied des rochers, sur les deux versants du Djebel-Santo, et dans les fissures des grands rochers, au milieu du bois de pins. — Avril.

Euphorbia Bivonæ Steud.; *E. fruticosa* Bivona, non Forsk.; *E. spinosa* Lin., var. A. Desf. — Les fissures des rochers escarpés sous le fort Saint-Grégoire et sous le fort de Santa-Cruz. — Beaucoup plus abondant sur le versant nord du Djebel-Santo. — Avril-mai.

Euphorbia rupicola Boiss., *Voy. bot. Esp.*, p. 566; *E. dumetorum* Cosson, apud Balansa, *Plant. alg. exsicc.* (1852) (?) — Ravin de la source, près de Saint-Cloud à la base du Djebel-Kaar (*Montagne des Lions*).

Ce n'est qu'avec doute que je rapporte la plante récoltée à Saint-Cloud, et qui m'a paru identique aux spécimens oranais de M. Balansa, distribués sous le nom d'*E. dumetorum*, à l'*E. rupicola* de Boissier, dont, malheureusement, je ne possède pas des échantillons en fruits mûrs, pour mieux comparer ces deux plantes.

Euphorbia calcarea Coss. et Dur.; *E. pinea* Lin., *ex-parte*. — Commun dans les

fissures des rochers, sur le versant nord du Djebel-Santo, sous les forts de Saint-Grégoire et de Santa-Cruz. — Avril.

Cynomorium coccineum Lin. — Commun sur les sables saumâtres à la Sebka de la Sénia et sur les sables maritimes, près de la Batterie-Espagnole; parasite sur les racines des Salsolacées. — Avril.

Juniperus macrocarpa Tenore, *Sylloge Nap.*, 483; Boiss., *Voy. Esp.*, non Sibth., *Fl. græc.; J. umbilicata* God. et Gren., *Fl. Fr.*, 3, 158, *in Nota; J., oxycedrus* Desf., *ex parte*, non Lin. — Les dunes et les sables du littoral à la plage des Andalouses et à la Macta. Fruits mûrs en septembre-octobre.

Dans le *J. macrocarpa*, les fruits sont du double plus gros que ceux du *J. oxycedrus* L., ombiliqués à la base, arrondis au sommet, de couleur brune-pourprée et légèrement pruineux. Quelques auteurs algériens pensent, et avec raison, que le *J. macrocarpa* Ten. ne s'éloigne pas des rivages de la Méditerranée, tandis que le *J. oxycedrus* L., avec lequel il a été confondu par Desfontaines, serait spécial à la région montagneuse et des Hauts-Plateaux.

Ephedra fragilis Desf. — Les sables maritimes à la Macta et à la plage des Andalouses. — Juin.

Tulipa fragrans Munby, *Misc.; T. Celsiana* Munby, *Fl. alg.*, non Dec.; *T. Sylvestris* Desf., non. Lin. — Très abondant sur les sables incultes, les pelouses, et dans les champs sablonneux de toute la plaine; plateau du Djebel-Santo, etc. — Février et mars.

Fritillaria oranensis Pomel, *Nouv. Mat.*, p. 253; *F. pyrenaica*, Munby, *Fl. alg.*, 35; *F. meleagris* Desf,, non Lin. — Habite les rochers herbeux dans la région littorale; pentes du fort Saint-Grégoire; pelouses sous le fort de Santa-Cruz; pentes du Djebel-Santo et du Djebel-Ghamara à Bou-Sfer; Djebel-Kaar, etc. — Février.

Scilla pulchella Munby, in *Bull. Soc. bot. Fr.*, 2, p. 286. — Collines sablonneuses, près de la batterie de Sainte-Thérèse, sur le plateau, au-dessus de la falaise. — Octobre.

Muscari maritimum Desf. — Les sables maritimes, près de la Batterie-Espagnole. — Avril.

Bellevalia variabilis J. Freyn, in *Flora* (1885), p. 29, et p. 32 du tirage à part; *B. dubia* Auct. alg., non Ræm. et Schult.

Plante très glabre, à bulbe ovale, assez gros; feuilles 2-4, le plus souvent 3, plus longues que le scape, linéaires, planes, plus ou moins ondulées, obtuses au sommet; épi floral de 15 à 20 fleurs, très dense avant la floraison, ovale-elliptique ou brièvement cylindrique, obtus; fleurs toutes fertiles; pédicelles dressés, étalés d'abord, puis très étalés, plus courts que le périgone, celui-ci de grandeur variable; tube ovale-campanulé, épais, divisé vers le milieu en six lobes écartés-allongés, triangulaires, ovales au sommet; capsule triquètre, grande, à peine émarginée; fleurs d'un bleu-violet, en janvier et février.

Les collines calcaires autour d'Oran, sous le fort de Saint-Grégoire et de Santa-Cruz; à Gambetta, à la Batterie-Espagnole, à Orléansville (*Battandier*), etc. Commun dans toutes ces stations.

Asparagus altissimus Munby, in *Bull. Soc. bot. Fr.* 2, p. 287. — Les grands ravins autour d'Oran. Bords du sentier au milieu du ravin de l'usine à gaz et à l'entrée du bois de pins, parmi les rochers. — Septembre.

Iris filifolia Boiss., *Voy. bot. Esp.*, p. 602, tab. 170; Wilk. et Lange, *Prod. flor. hisp.*, 1. 142. — Rare à Oran, et trouvé seulement dans le grand ravin, près de la source Noiseu. Les collines incultes entre Aïn-el-Turk et Bou-Sfer. — Mai.

Narcissus pachybolbus Dur. in Duch., *Rev. bot.*, 2, p. 425, et in *Expl. scient. Alg.*, tab. 47; *N. niveus* Lois., *Narc.*, 36; *Hermione nivea* Ræm.

Le *N. pachybolbus* ne présente aucune différence avec le *N. niveus* Lois., dont j'ai reçu de Gibraltar des échantillons frais en pleine floraison, ce qui m'a permis de les comparer avec le narcisse d'Oran. Le bulbe paraît varier seulement en grosseur, selon que la plante croît dans les terrains cultivés ou dans les fentes des rochers, ainsi que je l'ai constaté dans le ravin Noiseu. Dans ce dernier habitat, le bulbe est petit, ovoïde, de dimensions identiques aux bulbes de Gibraltar, tandis que dans les champs cultivés et les vignes, le bulbe atteint parfois la grosseur du poing. Fleurs en décembre et janvier.

Abonde sur les rochers du grand ravin, ainsi que dans les maquis, près de la source ; les vignes autour du puits Carouby ; sur toutes les collines, couvertes de maquis, bordant le Rio-Salado, vers Hamman-bou-Hadjar, et autour d'Aïn-Témouchent.

Colchicum Bivonæ Auct. Alger., an Gussone (?); *C. autumnale* Munby, *Cat. pl. alg.*, *ex parte*, non Lin.; *C. Bivonæ* Trab. et Battand., *Fl.* d'Alger, p. 143. — Commun dans les champs, les vignes et les collines volcaniques, entre Aïn-Témouchent et Arlal (*O. Deb.*); Pont-de-l'Isser (*Dr Couder*). — Octobre.

Orchis longicruris Link in Schrad., *Journ. bot.*, 2, p. 323 (1799) ; *O. undulatifolia* Bivona ; *O. tephrosauthos* Desf., non Will.

Répandu sur les deux versants du Djebel-Santo, sous le fort de Santa-Cruz et sur les pentes du fort Saint-Grégoire ; Sidi-bel-Abbès (*A. Warion*), Daya (*Dr Clary*).

Orchis saccata Tenore, *Fl. nap. prodr.*, 53 ; Munby, *Cat. pl. alg.*, 34. — Les collines calcaires à Gambetta, et au-dessus de la Batterie-Espagnole. Rare.

Orchis cordata Wild., *Spec.* IV, 27 ; *Gennaria diphylla*, Parlat.; *Peristylus cordatus* Lindley. — Les ravins ombragés au milieu du bois de pins, à droite de la maison du garde, versant sud du Djebel-Santo. Très rare à Oran, où je n'ai rencontré dans la localité unique, citée plus haut, que deux échantillons, malgré d'actives recherches dans tous les ravins environnants. MM. Trabut et Battandier l'ont cité à Sidi-Ferruch, sous les lentisques. Beaucoup plus répandu dans le sud de l'Espagne, à Gibraltar (*Dautez*) et à la Sierra-de-Palma, près d'Algésiras (*Reverchon*).

Biarum rupestre Pomel, *Nouv. Mat.*, 391 ; *B. Bovei* Blume, in *Rumphia*. — Fentes des rochers au Pont-de-l'Isser (*Dr Couder*).

Arisarum simorrhinum Dur., in *Expl. scient. Alg.*, tab. 44; *A. aspergillum* Dunal, in *Bouq. médit.* — Très commun partout, dans les champs cultivés et les vignes, sur les deux versants du Djebel-Santo ; les ravins, les fissures des rochers sous les forts de Santa-Cruz et de Saint-Grégoire. Paraît remplacer à Oran l'*A. vulgare* qui abonde dans les deux autres provinces d'Alger et de Constantine, et que je n'ai jamais rencontré dans mes herborisations dans l'arrondissement d'Oran.

Panicum colonum Lin.; *P. zonale* Guss.; *Oplismenus colonum* Humb. et Bonpl.; *Panicum colonum*, var. B *colonus* Cosson. — Lieux humides et marécageux autour des bassins extérieurs, aux Bains de-la-Reine.

Gastridium nitens Cosson, *Fl. alg.*; *G. triaristatum* Dur. in *Expl. scient. Alg.*, tab. 40 ; *Agrostis nitens* Gussone. — Les sables maritimes à Gambetta et à la Batterie-Espagnole, où il est commun.

Phragmites communis Trin. var. *Isiacus* Cosson, *Fl. alg.*; *Arundo Isiaca* Delile *Phragmites giganteus* J. Gay; Trab. et Batt., *Fl. d'Alger*, p. 7. — Bord des sources, dans le ravin de l'Abattoir, à Karguentah, près d'Oran. — Octobre.

Festuca pectinella Delile; Coss. *Fl. alg.*, et in *Expl. scient. Alg.*, tab. 41; var. a *connivens* Hackel, in Boiss., *Fl. orient.* — Sur les sables maritimes, à la Batterie-Espagnole, à la Macta, etc., et dans la région montagneuse intérieure à Mascara, Sidi-bel-Abbès.

Festuca hemipoa Delile; *Scleropoa hemipoa* Parlat., *Fl. ital.*; Coss., *Fl. alg.*; Trab. et Battand, *Fl. d'Alger*, 96. — Les sables maritimes à la plage des Andalouses, à la Batterie-Espagnole, à Arzew, à la Macta.

Festuca divaricata Desfont., *Scleropoa divaricata* Cosson, *Fl. alg.*; Trab. et Batt., *Fl. d'Alger*, 97. — Même habitat que l'espèce précédente, mais plus abondante. – Juin.

Ægylops squarrosa Lin.; Desf., *Fl. atl.* Cavan. *Icon.*, tab. 90, non Lin.; *Æ. ventricosa* Tausch, in *Flora* (1837), p. 108; Cosson, *Not. pl. Esp.*, p. 68.

Var. B, *comosa* Cosson, *Fl. alg.* Glumes et glumelles longuement aristées; épi grand et serré.

Var. C, *truncata* Cosson, *Fl. alg.* Glumes tronquées, glumelles brièvement aristées ou mutiques, épi grêle et lâche.

Les variétés B et C dans les pâturages secs du grand ravin; le type, sur les pentes herbeuses du Djebel-Santo.

Isoëtes hystrix Dur., in *litt.*; Al. Braun, in *Expl. scient. Alg.*, tab. 36, fig. 1.

Var. *nana* Cosson, in *Not. sur quelques pl. crit. d'Esp.*, 71; forme plus petite dans toutes ses parties; sores également plus petits. — Les sables humides à l'intérieur de la Mare du Santo, ordinairement à sec, lorsque cette plante entre en fructification.

Marsilea pubescens Tenore; *M. quadrifolia* Desf., *Fl. atl.*, non Lin. — La mare du Djebel-Santo (Balansa, *Plant. alg. exsic.*, 1852). Malgré mes recherches réitérées dans cette localité, je n'ai jamais pu rencontrer cette rare espèce, que je considère aujourd'hui comme ayant tout à fait disparu, ainsi que le *Pilularia minuta* Dr., de l'ancienne mare du Santo.

Notochlæna vellea Desv. in *Journ. bot.*, 2, 92 (1813); *Acrostichum lanuginosum* Desf., *Fl. atl.*, 2, p. 400, tab. 256. — Les fentes des rochers sous le fort de Santa-Cruz; les rochers escarpés dans le bois de pins en montant au Marabout. — Se retrouve dans la région des Hauts-Plateaux, à Daya (Dr *Clary*), à Boghar (*O. Deb.*), en Corse, en Sicile, en Grèce, à Madère et aux îles Canaries.

M. LEROY

A Oran.

CULTURE DE VÉGÉTAUX EXOTIQUES

— Séance du 2 avril 1888 —

Le gouvernement et les personnes qui s'intéressent à la prospérité de l'Algérie se sont toujours occupés de propager dans ce pays les végétaux exotiques paraissant pouvoir s'y acclimater. Bien que les résultats

obtenus dans les pépinières soient importants, il reste beaucoup à faire pour la vulgarisation d'un grand nombre de végétaux utiles. Nous citerons, par exemple : la chayote *(Sechium edule)* cultivée en Algérie depuis plus de trente ans et encore peu connue, quoique son fruit soit un bon légume susceptible d'être vendu en novembre et décembre dans les grandes villes de France, — les anones dont les fruits se vendent à Alger et à Oran jusqu'à un franc chaque, — les plaqueminiers de Chine et du Japon qu'on trouve trop rarement dans les jardins du littoral algérien.

Pour réagir contre cet état de choses, le gouvernement général de l'Algérie, diverses sociétés agricoles et quelques personnes mettent des graines à la disposition des communes et des propriétaires. On ne saurait trop engager ces derniers à profiter de cette mesure, les résultats d'essais faits dans beaucoup de localités, sous des climats variés, étant, au point de vue de l'acclimatation, bien plus décisifs que ceux obtenus dans quelques pépinières.

Prenant part, depuis trois ans, à des expériences de ce genre, nous croyons utile de faire connaître les noms des végétaux les plus remarquables que nous avons obtenus.

Nos essais ont été faits dans un jardin de la banlieue d'Oran. Nous avons entouré cette propriété d'une muraille et de plantations de casuarinas, faux poivriers *(Schinus molle)* et de cyprès, afin d'éviter, autant que possible, les effets des vents d'ouest et de nord-ouest qui soufflent violemment en hiver et au printemps, et d'atténuer l'inconvénient résultant du voisinage de la mer dont les vapeurs salées nuisent à beaucoup de jeunes plantes. La température, très élevée en été, y descend parfois en hiver à 4 ou 5 degrés au-dessous de zéro ; l'irrigation y est assurée au moyen des eaux des sources de Brédéah. Les semis sont faits généralement en plein air, à mi-ombre, quelquefois sous des vitres et autant que possible en pots. Ce dernier procédé nous paraît préférable au semis en pleine terre, lorsqu'il s'agit d'essayer des graines d'espèces inconnues, dont la germination se fait souvent attendre plusieurs mois ; on peut ainsi maintenir la terre en bon état plus aisément qu'en planche.

Parmi les végétaux que nous avons obtenus, il en est, comme les acacias et les pins, dont la culture est facile. C'est par ces plantes que tout amateur doit débuter, afin d'acquérir l'expérience nécessaire pour cultiver les espèces délicates ou inconnues qui demandent des soins plus minutieux dans leur premier âge.

Nous avons pu, ainsi, arriver à conserver des plantes assez rares, telles que les Anones, les *Prosopis pubescens* et *juliflora*, les Pins *monophylla* et *cembroïdes* à graines comestibles, le magnifique *Eucalyptus microtheca*, le *Rhus vernicifera*, arbuste à vernis du Japon, le Caprier Mitcheli d'Aus-

tralie, le *Yucca gigantea* atteignant une hauteur de quarante à cinquante pieds, la Rhubarbe officinale de l'Afghanistan, le *Coco australis*, l'Agave à eau-de-vie mescal, les Cierges à fruits comestibles, le *Kochia villosa* d'Australie et l'*Anabasis ammodendron* (sacsaoul) des déserts de l'Asie centrale.

Ces résultats ont été obtenus, sans serres, par des moyens simples à la portée de tous. Mais nous ferons observer que, pour réussir, il faut beaucoup de patience ; il est surtout indispensable de soigner soi-même les semis ou du moins de les surveiller de très près, au lieu de les confier à des jardiniers que la culture de végétaux inconnus intéresse médiocrement.

Nous ajouterons que dans le but de vulgariser les plantes avec lesquelles nous avons fait ces expériences, nous avons donné des plants provenant de nos semis et des graines. Nous avons ainsi distribué, depuis trois ans, à cinquante-huit personnes, 428 paquets de graines et 441 plants de 80 espèces ou variétés. Nous aurions voulu compléter cette note par l'indication des résultats obtenus par ces personnes, mais les renseignements recueillis à ce sujet ne sont pas assez précis pour être mentionnés.

VÉGÉTAUX EXOTIQUES OBTENUS PAR M. LEROY

Acacia cyanophylla.
Id. cultriformis.
Id. decurrens.
Id. horrida.
Id. Lebbeck.
Id. melanoxylon.
Id. myrtifolia.
Id. pycnantha.
Id. stenophylla.
Acer insignis caucasica.
Agave à mescal.
Anabasis ammodendron (*sacsaoul*).
Angophora lanceolata.
Anona cherimolia.
Id. triloba.
Arbre à pluie (*rain tree*).
Argania sideroxylon (*argan du Maroc*).
Atriplex à grandes feuilles d'Australie.
Bardane du Japon.
Bombax de Bolivie.
Cæsalpinia coriaria (*divi-divi*).
Id. melanocarpa du Paraguay.
Calotropis procera.
Capparis Mitcheli d'Australie.
Casuarina (diverses variétés).
Cerasus caroliniana.
Cereus giganteus de Californie.
Id. de l'Arizona.
Cereus Thurberi.
Chamærops Ritchicana de l'Afghanistan.
Coco australis.
Colvillea racemosa (*Flamboyant*).
Cytisus proliferus (*Tagasaste*).
Diospyros kaki (*Plaqueminier*).
Eucalyptus citriodora.
Id. coccifera.
Id. fœld bay.
Id. globulus.
Id. goniocalyx.
Id. gunnii.
Id. microtheca.
Id. miniata.
Id. obliqua.
Id. planchoniana.
Id. robusta.
Id. rostrata.
Id. sphærocarpa.
Id. stellulata.
Grevillea robusta.
Kochia villosa (*cotton bush*).
Kœlreuteria paniculata.
Mamoko (*ipomee de*).

Melia azedarach.
Musa ensete.
Ombellifère de l'Afghanistan.
Phœnix canariensis.
Picea omorica.
Pinus canariensis.
 Id. cembroïdes (*edulis*).
 Id. insignis.
 Id. monophylla.
 Id. parviflora.
 Id. ponderosa.
Pistacia vera de Tunis.
Prosopis pubescens.
 Id. juliflora.
Quillaja saponaria.
Riz sec des Missions.
 Id. de Mandchourie (grain blanc).
 Id. de Mandchourie (grain roux).
Rheum officinale de l'Afghanistan.
Rhus coriaria de Sicile.
 Id. succedanea.
 Id. vernicifera du Japon.
Saccia de Bolivie (*ipomée arborescente*).
Taxodium du Mexique.
Vigne sauvage du Japon.
Yucca baccata.
 Id. gigantea.
Zizigium jambolanum.

M. Paul MADINIER

A Paris.

SUR L'INTRODUCTION EN ALGÉRIE DES PLANTES ÉCONOMIQUES DE L'ARIZONA, LA CALIFORNIE MÉRIDIONALE ET LE NOUVEAU MEXIQUE

— *Séance du 2 avril 1888* —

Quelques botanistes et agronomes, s'intéressant aux problèmes de l'acclimatation, assisteront probablement au Congrès de l'Association Française, à Oran, et auront l'occasion de visiter différentes parties de l'Algérie. Je voudrais profiter de cette circonstance pour signaler à leur attention la tentative d'introduction de plantes économiques de l'Arizona, la Californie méridionale et le nouveau Mexique, dont je m'occupe depuis deux ans.

Elle est fondée sur des affinités de climat et de composition des sols qui, sans être absolues et pour inégales qu'elles soient, n'en offrent pas moins des chances positives de succès. Le champ de ces introductions est très vaste; car, suivant les conditions inhérentes à chacun des végétaux dont je poursuis l'étude, je vise leur destination, soit au Sahara algérien, soit à la région des Hauts-Plateaux, soit à celle du Tell.

Lorsqu'on se propose de faire adopter dans une contrée des plantes nouvelles, la question du plus ou moins d'identité des conditions climatologiques et agrologiques, entre le pays d'origine et celui d'importation, doit être envisagée différemment, suivant la nature de ces plantes elles-mêmes. Celles destinées à être soumises à une véritable culture, avec tous les soins qu'elle

comporte ou encore mieux à la culture maraîchère, s'accommoderont d'autant mieux de conditions plus éloignées de celles qui leur sont propres à l'état spontané, que les fonctions de nutrition, dans leur nouveau milieu, deviendront plus actives et exerceront un retentissement plus marqué sur tout l'organisme. On sait aussi combien l'aire d'extension des cultures des pays chauds, à courte période de végétation, a pu s'étendre dans les pays du nord. Mais, quand il s'agit de plantes vivaces destinées à être abandonnées aux seules forces de la nature, on comprend que, dans ce cas, il soit nécessaire de se rapprocher, le plus près possible, du climat et du sol d'élection de chaque espèce. Et cela est d'autant plus important que les végétaux ont une plus longue période de développement. Il est arrivé souvent que des arbres acclimatés, qui paraissaient prospérer dans leur jeune âge, semblent s'arrêter dans leur essor, bien avant d'arriver à la maturité de leur existence, et dégénèrent ou ne profitent plus. Voici, par exemple, l'*Eucalyptus globulus*, originaire de la Tasmanie et de la province de Victoria, à régime de pluies d'été et qu'on a porté en Algérie où celles-ci font défaut. Malgré sa bonne venue relative jusqu'ici, il est permis de douter, jusqu'à ce que l'expérience en ait décidé, s'il pourra devenir une essence de haute futaie, capable de tenir une grande place dans le domaine forestier de l'Algérie et des contrées méditerranéennes. En tenant compte des exigences de sol, il me semble qu'on trouvera bien mieux parmi les *Eucalyptus* de l'Australie occidentale, dépourvue de pluies d'été, des espèces appropriées à ces contrées. Je sais bien qu'elles seront de moindre développement, par cette excellente raison que, pour obtenir de très grands arbres, il faut davantage d'humidité.

Cependant, avec cette atténuation, si l'*Eucalyptus globulus* conservait, dans une expérimentation comparée du groupe, le privilège de la rapidité de croissance, il y aurait encore avantage à l'exploiter, dût-on se restreindre à le couper de 15 à 20 ans.

Trop souvent les tentatives d'acclimatations ont été engagées sans indications bien justifiées, et en s'en rapportant à la faculté d'appropriation latente qu'on suppose exister dans chaque plante. Aussi, si l'on peut citer des exemples de pseudo-naturalisation comme ceux de l'agave et de l'*opuntia* dans la région méditerranéenne, obtenus par l'intervention de l'homme, la naturalisation s'est effectuée bien plus souvent par les forces spontanées que met en jeu la concurrence vitale pour faire prévaloir une espèce sur l'autre.

La concordance climatérique et tellurique reste donc le principe le plus sûr qu'on puisse invoquer en matière d'acclimatations sérieuses, n'ayant pas simplement pour but de peupler nos jardins botaniques de sujets d'études, et surtout à défaut de vues doctrinaires sur l'accommodation des végétaux suivant la variabilité des milieux.

C'est en partant de cette donnée que nous avons abordé l'œuvre dont

nous avons l'honneur d'entretenir le Congrès d'Oran. A l'époque de notre intervention au Mexique, nous fûmes frappé par les caractères communs de climat et de végétation entre l'extrême sud-ouest des États-Unis et le sud de l'Algérie. J'y avais reconnu au delà de la limite des pluies estivales, une large bande désertique, très sèche, aux pluies d'hiver d'ailleurs peu abondantes, avec une radiation solaire intense, en même temps que la sécheresse de l'air y détermine des variations diurnes énormes. Mais l'intérêt de cette région résultait pour nous de l'existence de populations indiennes, bien douées physiquement, ne tirant leur subsistance que de quelques rares cultures irriguées et surtout de plantes spontanées, leur procurant des graines comestibles, des fruits sucrés, des boissons alcooliques, des textiles, etc. La végétation de l'Afrique, dans un milieu analogue, ne permettrait pas à l'homme de vivre sans entretenir de nombreux troupeaux, comme les Sémites de l'ancien monde, ou à moins de créer des oasis irrigables, là où les Mohaves et les Papajos du bassin du Colorado de l'ouest et de l'extrême Californie méridionale trouvent leur alimentation assurée, avec peu de cultures arrosables, grâce à la cueillette des produits de la végétation spontanée répartie, il est vrai, sur des espaces considérables.

Il m'a paru qu'il y avait là de nombreuses acquisitions à réaliser au profit des régions déshéritées de l'Afrique. Pour la plupart, ce sont des plantes dont il n'y aura pas lieu de tirer des produits d'exportation; mais, pour être consommés dans le pays, ils n'en seront pas moins utiles, car ils offrent cet inappréciable avantage de venir sans arrosage artificiel et rien qu'avec le concours des eaux météoriques, qui s'infiltrent dans les profondeurs des terres facilement perméables et que le peu de conductibilité calorifique de leurs couches garantit contre l'intensité de l'évaporation à la surface.

Il y a parmi ces plantes des Légumineuses mimosées comme les *Prosopis juliflora* et *pubescens*, qui portent des légumes à la pulpe sucrée comme les caroubes et en ayant tous les emplois, se couvrant d'une gomme comparable à celle du Sénégal, dont le bois est un combustible supérieur, et qui forment dans les profondeurs du sol des souches volumineuses, constituant une sorte de forêt souterraine, suivant l'expression d'un savant forestier des États-Unis, le professeur Sargent. De plus, ces arbres repoussent de souche, ce qui assure leur survivance dans des contrées où les incendies sont si fréquents. Quand j'aurai ajouté que ces *Prosopis* s'accommodent de natures de terre variables et même de celles salées, ou contenant une certaine proportion de sulfate de chaux (région du Colorado de l'ouest, vallée du Rio Pecos), on conviendra que ce sont là des titres qui peuvent faire considérer leur introduction dans le sud de l'Algérie comme un bienfait.

Le *Cereus giganteus* est appelé à jouer le même rôle dans cette région que le figuier de Barbarie dans le Tell, qu'il surpasse comme qualité du fruit. C'est la plante désertique par excellence, capable de résister aux chaleurs et

à l'aridité extrêmes, mais craignant à ce point l'humidité qu'on réussira difficilement à l'élever sur le littoral, ni dans le Tell. Le *Cereus Thurberi* pourra probablement réussir dans le Tell oranais, à une médiocre élévation. Le jus sucré de ces fruits, concentré par la chaleur, donne une sorte de miel qui se garde; les graines séparées sont alimentaires et les fruits entiers se conservent séchés au soleil comme des figues.

Parmi les Agaves, plusieurs espèces conviendront, suivant leurs aptitudes, aux différentes régions algériennes. L'*Agave deserti* et l'*A. Palmeri* pour le Sahara algérien, l'*A. Parryi* et l'*A. heteracantha* pour les Hauts-Plateaux, à des altitudes inégales, et, pour la région tellienne, une variété cultivée du Mexique central, le *Maguey verde* de San Luis de Potosi et de Guadalajara. Ces plantes trouveront, dans chacune de ces régions, à peu près la quantité de pluie qui leur suffit, et, grâce à leur reproduction par rejetons, la permanence des plantations est assurée et demande peu de travail et d'entretien. Le cœur et les feuilles de plusieurs de ces espèces sont très riches en sucre au moment de l'émission de la hampe florale et on en tire, par distillation, des eaux-de-vie dont la qualité dépend de la préparation, de l'espèce et du terroir. Les autres espèces fournissent des fibres textiles, susceptibles de grande demande par l'industrie et, de plus, leur racine est saponifère.

Ce sont là, avec quelques autres, les premières que nous ayons introduites. Mais, dans une demande de graines au gouvernement des États-Unis, dont nous avons préparé les éléments et qui a été envoyée en août dernier par le Ministère de l'Agriculture, j'ai indiqué trente-huit espèces de plantes économiques, dont l'introduction se recommande à des titres divers. Parmi les espèces les plus résistantes à la sécheresse nous citerons : le *Yucca baccata*, au fruit comestible, aux feuilles textiles et à la racine saponifère; l'*Echinocactus Wislizeni*, à la pulpe rafraîchissante; les *Dasilyrium*, aux emplois textiles, et le *D. texanum*, moins désertique et dont la racine est sucrée; et, pour le plaisir des yeux, le *Fouquiera splendens*, aux fleurs cramoisies en thyrse dont on formera d'admirables haies vives et épineuses.

Avec les Agaves, les Yuccas et les Dasilyriums, l'Algérie du sud pourrait développer une énorme production de textiles inférieurs, mais que le commerce réclame en grande quantité pour la confection des sacs d'exportation, etc.

Que d'espèces, aux applications industrieuses, que les Indiens ont eu la sagacité de découvrir, quand ce ne serait que ce maïs, à culture souterraine, qui ne développe guère en dehors du sol que ses épis et qui est propre aux terres sablonneuses sèches, car il ne faut pas qu'à 30 à 45 centimètres de profondeur, où l'on enfouit la semence, il y ait plus de 5 0/0 d'humidité, sans quoi le germe serait exposé à pourrir (Oscar Loew).

Signalons encore le *Larrea mexicana*, dont les rameaux nourrissent un insecte à laque (*Coccus*.....?) et dont la plante entière exhale une odeur,

rappelant un peu la créosote, qui la désigne aux recherches de la chimie et de la thérapeutique; l'*Olneya tesota*, légumineuse arborescente à port de *Robinia*, des parties les plus chaudes de l'Arizona, qui donne des graines qu'on mange rôties, comme l'arachide; les *Prunus pumila* et *demissa*, qui, depuis que notre attention s'est portée sur ces espèces, ont été indiquées par la presse agricole américaine comme méritant d'être améliorées par la culture.

Dans une région si riche en Conifères remarquables, le choix des espèces convenables pour l'Algérie s'imposait, mais il s'est trouvé singulièrement restreint par suite de l'altitude insuffisante de ses peuplements et particulièrement des pépinières d'expérimentation. C'est à peine si nous avons pu indiquer cinq espèces, et offrant des chances de réussite bien inégales. Le *Pinus edulis* est la plus intéressante pour nous, parce qu'elle se plaît à des altitudes relativement basses et variables, et comme propre à des formations crétacées: ses amandes sont estimées et son bois réputé comme combustible. J'ai indiqué le *Pinus lambertiana* en raison de sa présence dans le bassin de la rivière Mohave, en région désertique et à pluies d'hiver. Le *Pinus ponderosa* est une essence de la plus grande valeur, mais malheureusement ne descendant jamais au-dessous de 2,500 à 2,000 mètres. L'*Abies Engelmanni* est non moins estimable et possède une écorce riche en tannin, mais elle a pour nous le même inconvénient de se complaire en parages trop élevés. C'est encore pis avec le *Pseudotsuga Douglasii;* mais sa variété *macrocarpa*, se rencontrant dans la Californie méridionale par 1,000 à 1,600 mètres, nous conviendrait beaucoup mieux.

Parmi les plantes fourragères que mes recherches m'ont fait distinguer, les *Buchloe*, *Bouteloua*, *Stipa*, *Eriocoma*, ne sont ni abondantes en feuilles, ni bien tendres et succulentes, mais elles ne sont pourtant pas sans mérite, si l'on tient compte qu'elles viennent sur des terres plutôt sèches, très superficielles, rocheuses, où la silice domine; et, dans les terres plus profondes et plus fraîches, mais salées ou alcalines, prospèrent les *Sporobolus*, les *Vilfa*, etc. Cette catégorie me donne, d'ailleurs, peu d'espoir d'acquisitions précieuses. Il s'y rattache encore le *Poa arachnifera* du Texas, un fourrage d'hiver, qui répond à des conditions meilleures et que l'on pourra essayer dans le Tell. Enfin, il serait intéressant de constater si l'*Erodium cicutarium* (l'Hér.) est bien notre plante européenne et algérienne, et jusqu'à quel point elle a pu être transformée dans les pâtures de la Californie, pour que le professeur Brewer ait pu dire, dans la flore de ce pays : « C'est une plante nutritive et de grande valeur, qui a la réputation de communiquer une excellente (!) saveur au lait et au beurre des vaches qui en font usage ».

Je me permettrai de recommander aux membres du Congrès, qui s'intéressent à ces questions, les premiers essais qui ont été déjà faits, depuis deux ans, avec les graines de quelques-unes de ces plantes, que j'ai distri-

buées. Ils en verront quelques spécimens aux environs d'Oran, particulièrement dans le jardin de M. Leroy, sous-inspecteur des domaines, qui a surtout bien réussi l'élève des *Cereus*. Pour les *Prosopis*, on en trouvera, y compris M. Leroy, chez M. Miranchaux, de la Ligue du reboisement, à Oran, puis à Zémorah et à Perrégaux, et dans le sud, dans les pépinières de Géryville et du Kheïder (cercle de Saïda). Dans la province d'Alger, au jardin d'essai du Hamma, à la pépinière de Djelfa et surtout dans celle de Laghouat, où il en existe déjà plusieurs centaines de pieds en observation. A la pépinière forestière d'Orléansville, les semis ne datent que de cette année.

Je présente à l'appui de ces renseignements la brochure ci-jointe qui fait connaître le climat de la zone désertique de l'Arizona et de la Californie méridionale.

Au moment où je terminais cette note, je reçois du général Poizat, commandant la division militaire et les territoires de commandement de la province d'Alger, des renseignements sur l'état des plantations de *Prosopis* à Laghouat en ce moment. Nous en détachons les extraits suivants :

« Les *Prosopis* semés en planches, au mois de février 1886, ont donné dans ces conditions d'excellents résultats; les plants sont très bien venus et ceux qui ont été laissés sur place atteignent jusqu'à deux mètres de haut sur un centimètre et demi de diamètre. Le *P. juliflora* s'est développé davantage en hauteur, tandis que le *P. pubescens* a des tendances à rester bas et à former des buissons. Une planche entière de cette espèce, conservée telle qu'elle a été ensemencée, présente un taillis très épais.

» Les semis directs faits au Rocher-des-Chiens n'ont rien produit; aucun plant n'est sorti de ce côté; les résultats ont été complètement négatifs.

» Les essais de transplantation dans les daïas n'ont pas réussi non plus; seuls quelques pieds transportés au Kheneg ont résisté et encore les pousses sont-elles maigres et chétives.

» De nouveaux essais de transplantation ont été entrepris cette année sur d'autres points et avec des plants plus vigoureux, car il a été observé que c'est dans la deuxième année que les *Prosopis* en pépinière se développent et prennent de la force, alors que, la première année, ils restent minces et grêles. »

J'ajouterai que dans les pays très secs, comme le Sahara algérien et l'Arizona, où la surface du sol est le plus souvent privée d'humidité, la germination des graines dans la nature ne se produit pas tous les ans, mais à des époques variables et seulement quand surviennent de fortes pluies accidentelles, qui imbibent assez profondément la terre pour quelques jours, comme cela est arrivé à Laghouat en octobre 1886.

Quant à la transplantation d'une espèce arborescente qui n'a jamais été cultivée et à racine pivotante, c'est un point pratique qu'on ne peut résoudre

que par l'expérience. On y arrivera sans nul doute, grâce au dévouement et à l'entente qu'apporte M. le lieutenant Veillon, chargé du service des pépinières à Laghouat, dans l'accomplissement d'une œuvre dont il apprécie la grande importance pour la rénovation et l'avenir de ce pays.

M. Jules POISSON

Aide-Naturaliste au Muséum, à Paris.

NOTE SUR LE OUABAÏO

— Séance du 2 avril 1888 —

A la suite d'un voyage entrepris par M. Revoil dans le pays Çomalis, il y a quelques années, et dont les résultats scientifiques furent très heureux, le Muséum de Paris recevait les matériaux d'histoire naturelle recueillis par ce voyageur pendant son séjour dans ces régions jusqu'alors à peine connues. Parmi ces matériaux se trouvait un herbier de petit format, mais dont les éléments étaient suffisants pour pouvoir être étudiés et publiés. Indépendamment des objets nombreux d'ethnographie, de géologie et de zoologie rapportés par M. Revoil, l'étude des mœurs des Çomalis avait aussi appelé son attention et il en avait soigneusement noté les principaux traits. Entre autres remarques, et qui ne fut pas la moins importante, c'était l'usage fréquent que faisaient ces peuplades d'un végétal particulier pour empoisonner les flèches dont ils se servent dans les combats ou à la chasse. Pensant bien que la connaissance de ce végétal et du produit actif qu'il contenait intéresserait les naturalistes et les chimistes, M. Revoil rapporta des échantillons de bois et de rameaux du Ouabaïo, nom que les Çomalis donnent à cette plante.

Les rameaux ne portant ni fleurs ni fruits furent conservés, néanmoins, ils semblaient, tout d'abord, ne pouvoir être déterminés avec certitude dans cet état imparfait. Il fallut des circonstances comme celle qui vient de se présenter, pour que le Ouabaïo revienne en mémoire, et c'est son étude chimique, la plus importante d'ailleurs, qui vient d'être faite par un de mes savants collègues, M. Arnaud, aide-naturaliste au Muséum, qui m'a amené à m'occuper du végétal dont il s'agit.

M. Arnaud avait appris de M. Revoil que c'était avec l'extrait aqueux du bois de Ouabaïo que les Çomalis empoisonnaient leurs flèches, et il

put déjà, à la date de deux ans environ, faire avec le Dr de Rochebrune des essais sur des animaux avec une petite quantité du produit qu'il avait alors à sa disposition, mais dont les résultats furent tout à fait insuffisants.

Un nouvel envoi de bois de Ouabaïo, reçu en 1887, a permis d'en faire une étude plus complète. Après de nouveaux insuccès, M. Arnaud est arrivé, cependant, à isoler le principe actif qui constitue une matière parfaitement cristallisée, possédant, en l'exagérant, toute la toxicité de la décoction du bois et tous les caractères d'un principe immédiat pur. Cette substance que nous appellerons, dit M. Arnaud, dorénavant Ouabaïne, n'est pas azotée: ce n'est donc pas un alcaloïde; elle est neutre aux réactifs colorés et, sous différentes influences, elle donne naissance à un sucre réducteur en se dédoublant. L'Ouabaïne peut donc être considérée comme un glucoside. Elle n'est pas soluble dans l'eau froide, beaucoup au contraire dans l'eau chaude, et l'alcool à 80° constitue son meilleur dissolvant, etc., etc. Sa formule est $C^{30} H^{46} O^{12}$. Elle est excessivement toxique. D'après les expériences de MM. Rondeaux et Gley, qui ont eu communication du produit, deux milligrammes ont suffi pour tuer rapidement un chien de douze kilogrammes. Ce poison agit sur le cœur par injection sous-cutanée ou intra-veineuse, mais nullement par absorption stomacale.

Les effets physiologiques de la Ouabaïne paraissant concorder avec ceux de la Strophantine, M. Arnaud (1) a repris l'étude sérieuse de cette dernière avec une quantité suffisante de graines de *Strophantus*, pour parachever la découverte de MM. Hardy et Gallois datant de 1877. Les résultats de ses recherches l'ont amené presque à la même formule que pour la Ouabaïne, c'est-à-dire $C^{31} H^{48} O^{12}$. Frappé de cette analogie, un des physiologistes précités, M. Gley (2), avec les produits obtenus par M. Arnaud, expérimenta simultanément chacun d'eux sur des cobayes et il constata que la mort survenait après 25 minutes avec $\frac{1}{20}$ de milligramme de Ouabaïne, pour un cobaye de 500 grammes, tandis qu'il fallait quatre fois autant de Strophantine pour obtenir le même résultat. Pour les différents animaux soumis à l'expérience, la Ouabaïne a été du double au quadruple plus active que la Strophantine.

M. Arnaud, en même temps qu'il achevait son étude sur la Ouabaïne, désirait être fixé, s'il était possible, sur le nom botanique du Ouabaïo.

D'après la forme et la disposition des feuilles, l'aspect général des rameaux, pour un œil exercé, c'était parmi les représentants de la famille des Apocynées qu'il fallait chercher sa place. La comparaison avec diverses espèces du genre *Carissa* devait confirmer cette hypothèse et l'une d'elles,

(1) *Compt. rend. Acad. Sc.*, juillet 1888.
(2) Id. id. id.

surtout, le *Carissa Schimperi*. d'Abyssinie, lui ressemble étonnamment. C'est bien aussi la même structure du bois, des rameaux, ainsi que celle des feuilles. Mais, comme l'identité ne semble pas pouvoir être établie d'une façon certaine quant à présent, puisque les fleurs et les fruits font défaut, il serait imprudent de ne pas tenir, au moins provisoirement, comme espèce distincte le *Carissa Ouabaïo*, en conservant comme nom spécifique l'appellation facile à prononcer, d'ailleurs, et qui rappellera le dialecte du pays Çomalis. Cependant comme le Ouabaïo n'a point les épines de la plupart des *Carissa*, que le port est en tout semblable aux espèces inermes de ce genre qu'on a rapporté de préférence au genre très voisin *Acokanthera*, créé par G. Don en 1838, il semble plus raisonnable de proposer le nom d'*Acokanthera Ouabaïo* n. sp. pour l'Apocynée qui nous occupe (1).

Il était au moins intéressant d'étudier le végétal qui fait l'objet de cette note, en ce que déjà plusieurs *Carissa*, ou des espèces de genres affines, jouent un rôle comme plantes toxiques ou, au contraire, comme médicament dont l'utilité est reconnue depuis longtemps par certaines populations de l'Afrique. Ainsi l'*Acokanthera venenata* Harv. (*Cestrum venenatum* Thunb.) est un poison bien connu de l'Afrique australe sous le nom hollandais de Giftboom, dans les colonies allemandes et anglaises de cette région.

Il est probable qu'une étude du Giftboom ferait retrouver le même principe vénéneux qu'on rencontre dans le Ouabaïo, ou au moins son analogue.

D'autre part, les *Carissa xilopicron* et *C. madagascariensis* des îles Mascareignes, qui sont réputés comme amers, stomachiques et fébrifuges ne seront pas sans intéresser le naturaliste et le chimiste qui verront, dans un même genre de plantes, des espèces éminemment toxiques et d'autres au contraire médicinales. D'ailleurs, l'Ouabaïo, de même que les autres *Carissa* et *Acokanthera*, est très amer, comme le prouvent la macération du bois ou des feuilles et surtout son extrait.

Dans peu de temps nous espérons savoir, M. Arnaud et moi, si le principe amer est indépendant de l'Ouabaïne ou si ce serait elle qui communiquerait l'amertume si efficace de la décoction du bois et de la racine des *Carissa xilopicron* et *C. madagascariensis*, ou bien encore du *C. Carandas* de l'Inde, employé aux mêmes usages et dont le fruit est comestible.

(1) Suivant l'opinion de M. Th. Dyer, les *Acokanthera* ne seraient que des *Carissa* privés d'épines. D'autre part, dans leur *Genera plantarum*, Bentham et Hooker maintiennent comme distincts ces deux genres, tout en faisant remarquer que les différences sont très légères.

M. NICOLAS

Conducteur des Ponts et Chaussées, à Avignon.

ÉTUDE SUR QUELQUES POMPILES DU MIDI DE LA FRANCE

— *Séance du 30 mars 1888* —

J'ai décrit, au Congrès de Toulouse, les mœurs de quelques Anthophores de nos régions méridionales, en relevant des inexactitudes ; je suis amené aujourd'hui à vous entretenir de quelques Pompiles.

Tant d'erreurs se sont accumulées sur les mœurs, habitudes et régime des Hyménoptères qu'on ne peut plus tenir compte de tout ce qui a été décrit ; c'est un travail à refaire par de patientes études, qui permettent chaque jour de rectifier les anciennes observations, en rétablissant l'exactitude scientifique, dont on semblait s'éloigner involontairement.

Comme pour les Anthophores, les Pompiles ont été l'objet de nombreuses descriptions, rarement complètes. Quelques auteurs ont bien vu et surtout bien compris (1), tandis que d'autres s'en éloignent trop et font la part un peu large au merveilleux pour qu'il soit possible d'accepter de pareilles histoires (2). Les uns prétendent que l'aiguillon est inutile, sans se douter que de là seul dépend la conservation fraîche des proies emmagasinées ; pour les autres, ce ne serait qu'une arme de défense, ce qui n'est pas le cas général.

Pour les Pompiles, grands chasseurs, leur proie se compose exclusivement d'araignées d'espèces différentes, et souvent le même Pompile s'adresse à divers genres. Ils creusent à peu près tous des trous dans la terre, à une faible profondeur, en contre-bas du sol ; l'entrée, ou couloir, s'incline légèrement, en s'approfondissant, pour aboutir à une poche plus étendue, espèce de magasin destiné à recevoir les provisions. C'est le nid.

Le genre d'attaque diffère peu entre eux. La femelle parcourt rapidement le sol, en quête d'une proie, elle furète, visite chaque gerçure du sol, fouille sous les touffes d'herbes, où se cachent généralement les araignées qui fuient souvent à leur approche ; aussitôt trouvée, elle se précipite hardiment sur cette victime, la terrasse, un coup d'aiguillon ou deux, habilement donnés sur les centres nerveux, suffisent pour paralyser la proie et la rendre immobile. Puis il est procédé au transport au nid, qui s'exécute en la traînant à reculons.

(1) Lepelletier, Piccioli, etc.
(2) Brehin, Goureau, etc.

Très souvent la femelle dépose cette pièce de venaison près de l'ouverture du terrier, pénètre à l'intérieur pour s'assurer que tout est en ordre, ressort tête première, saisit son gibier qu'elle enfouit, toujours à reculons. Une fois à l'intérieur, elle se dispose à placer convenablement l'araignée, puis elle dépose son œuf immédiatement.

Cela fait, elle rebouche avec soin le couloir, comble l'entrée, ratisse et dissimule cette ouverture pour ne laisser aucune trace des fouilles précédentes, qui trahiraient son ouvrage et compromettraient sa progéniture, et reprend une nouvelle chasse, recreuse un second terrier, continue ses pontes, dont le nombre est encore à déterminer pour chaque femelle.

Telle est la marche générale, la façon de procéder des Pompiles et de beaucoup d'autres espèces.

Elle peut cependant subir quelques modifications.

L'évolution de la larve rappelle les phases de beaucoup d'autres, mais il est toujours très difficile de préciser le moment où l'œuf devient larve. Celle-ci se développe en absorbant ses provisions par succion. On peut dire que les larves des *Osmia*, Chalicodomes, Anthophores et toutes ces espèces qui approvisionnent du miel, mangent dans le sens propre; que les larves des Sphex dévorent, tandis que celles des Pompiles et Scolies sucent, aspirent les liquides sans qu'il y ait plaie apparente.

Une fois la larve à son complet développement, elle se tisse un cocon dans cette même loge, se transforme en nymphe, puis en août, septembre et même octobre, avant les froids de la même année, elle brise cette enveloppe protectrice et passe l'hiver blottie, cachée, en attendant le nouveau printemps. Cycle admirable, qui nous conduit de l'œuf à l'insecte parfait.

1° *Pompilus viaticus* Latreille :

Ce Pompile d'un noir foncé, bien reconnaissable aux bandes rouge brique sinueuses, interrompues de filets noirs, qui ornent le dessus seulement des trois premiers anneaux de l'abdomen, est un des premiers à se montrer au début du printemps.

Dès le mois d'avril (1), on rencontre les femelles sur les terrains sablonneux, à la recherche d'une proie facile et creusant leur terrier pour établir de nouvelles colonies.

La galerie s'enfonce dans le sol de quatre ou cinq centimètres, forme un coude qui débouche dans la chambre même ou poche.

Quarante à cinquante minutes suffisent pour ce travail laborieux, car le Pompile déploie une activité surprenante et une force considérable, surtout si dans les fouilles se présentent quelques petits cailloux.

Plusieurs nids de *Pompilus viaticus* ont été observés sur les bords de la

(1) 18 avril à Aramon, en 1886 ; même jour dans la Barthelasse, près Avignon ; 19 avril 1887, sur les bords de la Vienne, à Châtellerault. On voit combien ces dates se rapprochent et fixent leur apparition.

Vienne, à Châtellerault, formant une vraie colonie, par un observateur d'un grand mérite (1). Tous avaient leur araignée unique avec un œuf pondu sur le côté de l'abdomen et placé un peu transversalement.

Si dans le charroi l'araignée arrive renversée, l'œuf est piqué sous le ventre, ce qui est l'exception ; le plus souvent, l'araignée semble se reposer, les pattes repliées sous le corps, l'œuf est alors implanté sur le flanc droit.

Ces proies sont de diverses tailles et paraissent appartenir à plusieurs espèces. Les araignées ainsi emmagasinées, que j'ai pu observer, variaient beaucoup. Une avait une ligne médiane argentée sur le thorax et deux autres sinueuses sur l'abdomen. Une autre était dodue d'un centimètre de longueur, tandis qu'une troisième était maigrelette, de dimension réduite.

Des expériences faites sur la substitution de proies ont trouvé les Pompiles indifférents sur le choix à faire. Cependant, une fois que nous n'avions pas à présenter aux Pompiles une grande variété, nous remplaçâmes la proie par une araignée velue, noire, sensiblement plus grosse ; mais, après une inspection de quelques instants, elle fut abandonnée.

Faite deux fois sur ce Pompile, l'observation suivante démontre combien les actes dits instinctifs et par là immuables peuvent se modifier en se prêtant aux exigences du moment.

Ce Pompile, comme bien d'autres fouisseurs, abandonne son araignée sur le pas de la porte de son gîte, pour pénétrer seul à l'intérieur, puis ressort un instant après et, saisissant sa proie, l'entraîne sans arrêts nouveaux. Or, quelques adroits de la bande s'étant aperçus qu'on leur éloignait la victime de l'antre chaque fois qu'ils la laissaient, finirent, l'un à la troisième épreuve, l'autre à la vingtième, par ne plus la lâcher du tout et rentraient d'emblée, chargés de leurs précieux fardeaux.

La chasse de l'araignée précède la construction de la galerie. Le Pompile dépose donc sa victime sur le sol, aux environs de l'endroit où il se propose de creuser son trou, et revient souvent, pendant ce travail, s'assurer si sa proie est toujours au même point. Mais, par une exception moins rare qu'on ne suppose, un Pompile avait escaladé la sienne sur l'enfourchure d'une fouille à huit à dix centimètres au-dessus du sol. Ce fait se rapproche de celui des Ammophiles, qui placent toujours leur chenille dans les mêmes conditions.

L'œuf du *Pompilus viaticus* a de deux à trois millimètres de longueur sur un tiers de millimètre de diamètre. Sa couleur est d'un blanc opaque, un peu renflé en massue.

Quelques jours suffisent pour l'éclosion, quinze à dix-huit jours pour

(1) M. Ferton, capitaine d'artillerie, a bien voulu me communiquer la suite de ses observations et expériences de Châtellerault, que nous avions entreprises lors de son trop court séjour à Avignon. C'est à lui que je dois en partie d'avoir pu compléter l'histoire des Pompiles.

amener la larve à complet développement; c'est alors qu'elle se tisse un cocon assez résistant, d'où l'insecte parfait sortira bientôt transformé, abandonnant sa dépouille nymphale.

En octobre, le 8, en fouillant le sol aux environs des terriers, vous trouvez l'insecte parfait blotti dans des galeries, sous une faible épaisseur de terre. J'en recueillis en une seule fois plus de trente dans ces conditions, à Bédarrides.

2° *Pompilus plumbeus* Van der Lind.

Costumé de noir entièrement.

Son terrier est plus profond, sept à huit centimètres, un peu sinueux et aboutissant à un vide en forme d'ampoule, creusé dans un terrain plus résistant. Il faut une heure au chétif animal pour achever cet immense travail.

Ses allures sont moins rapides que pour le *Pompilus viaticus*, dont les mouvements sont plus brusques.

Il chasse comme proie les araignées aussi, qu'il paralyse par les mêmes procédés que ses congénères.

Souvent la proie est hissée sur une plante; mais, si elle vient à dégringoler de cette position un peu élevée, le Pompile ne revient pas et laisse sa victime là où elle est tombée pour la reprendre et la transporter au nid une fois creusé.

Pas de manœuvres préliminaires pour emmagasiner ses provisions. Arrivé au nid, il traîne l'araignée à reculons, mais, une fois au trou, c'est l'araignée qui est poussée la première et passe devant. Celle-ci a de huit à huit millimètres et demi de longueur et semble différer d'espèce avec celles du *Pompilus viaticus*, ce qui doit être en effet.

L'œuf, blanc, court, n'a que deux millimètres de longueur et se trouve piqué sur la partie supérieure de l'abdomen.

Les observations sur cette espèce sont plus rares à réussir. J'ai pris cette espèce en juillet, M. Ferton l'a observée en août à Châtellerault, le 4. En septembre, il continue à creuser des galeries. Ils s'établissent aussi en colonies.

Quelques expériences, faites sur cette espèce pour la substitution du gibier, prouvent qu'ils sont assez indifférents. De vieilles araignées, prises sur eux depuis bien quelques jours et remises de nouveau près de leur terrier, sont parfaitement acceptées. Ils se disputent entre eux la possession d'une même araignée, les volent souvent aux voisins et se l'arrachent simultanément.

3° *Pompilus trivialis* Van der Lind?

Espèce fort curieuse. Ce Pompile s'attaque aux araignées errantes sous les pierres, tout le fait supposer. Il n'y aurait donc de sa part pas de construction de galeries.

Sous une pierre, une araignée est rencontrée, portant sur ses flancs un œuf pondu d'un blanc mat, de deux à trois millimètres de longueur; chez elle la paralysie n'est pas complète. certains mouvements sont libres et peuvent s'exercer : ainsi elle marche, se creuse des terriers et supporte courageusement l'œuf pondu à ses flancs, qui, devenu bientôt larve, se nourrira à ses dépens.

Malheureusement nous n'avons pu poursuivre cette étude, qui semblerait identique à celles de Karsch, à Munster, et de Menge, d'une araignée portant collée au ventre une larve, qui, développée, donna un *Pompilus trivialis*.

Karsch de Munster dit, en substance, qu'ayant reconnu un parasite sur une araignée, « non seulement l'araignée ne cherchait pas à l'écraser ou » à extirper ce corps annexe avec sa patte postérieure droite, *mais qu'elle » évitait soigneusement à son convive les moindres froissements* ».

Menge reprend l'expérience qu'il conduit à bonne fin, car ayant placé l'araignée sous une cloche en verre reposant sur de la terre « elle s'y » enfouit aussitôt et ferma son entrée par une toile. Le 4 août, la larve » tissait son cocon ; le 17 août, le *Pompilus trivialis* sortit triomphant de » cette enveloppe. »

Or, nos notes manuscrites, que je reproduis textuellement. portent exactement des indications qui ne laissent aucun doute sur l'identité de l'espèce :

« 31 août 1887 : avant-hier, Marguerite a trouvé, en levant une pierre, » une araignée dans la position normale et paraissant en assez bonne » santé. Elle porte un œuf blanc. Pas trace de cellule. Actuellement » l'araignée porte toujours son œuf, elle est vive et n'est nullement gênée.

» 2 septembre 1887, l'œuf que portait l'araignée trouvée sous une » pierre est éclos ; celle-ci ne paraît nullement incommodée de son hôte.

» 5 septembre 1887 : l'araignée a toujours sa larve suspendue à ses » flancs. Elle est très vive et, la nuit dernière, elle avait même commencé » à se creuser un trou en terre. Lorsqu'elle marche, *elle écarte les pattes » comme si elle prenait soin de ne pas frôler le parasite.* »

Une autre larve de Pompile avait été trouvée sur une araignée habitant une hélix vide. Or, cette larve est de même forme que celle de notre première araignée.

Plus loin je trouve encore sur nos notes : « L'araignée est tellement » vive qu'on ne peut pas examiner la larve à la loupe, elle est toujours » prête à sauter hors de sa boîte..... Enfin, 6 septembre 1887, l'araignée en liberté avec sa larve s'est creusée un trou en terre et s'y est » enfermée ; dans quelques jours nous verrons le cocon. »

L'autre, l'araignée de l'hélix, maigrit à mesure que la larve qu'elle porte au flanc se développe.

« 9 septembre : hier, après midi, la larve de l'araignée de l'hélix achevait les derniers restes de sa victime (1), qu'elle tenait enlacée dans » ses anneaux. Cette larve est blanche, etc.

» Le 16 septembre : la larve de l'araignée de l'hélix a terminé son » cocon, il a neuf millimètres de longueur et trois millimètres de diamètre. Blanc et mince, il cède à la moindre pression des doigts. »

A cette date, une cause quelconque tue la larve de l'araignée en liberté, 16 septembre 1887.

Il y aurait certainement des considérations du plus haut interêt à tirer de ces deux expériences ; mais ce n'est ni le moment, ni la place pour résumer ici mes réflexions.

Pompilus niger Fab.

Traîne son araignée à reculons. Le couloir, dans lequel il s'engage, a quinze centimètres de longueur et ne descend qu'à dix centimètres en contre-bas du sol.

Cette espèce est très familière et, si vous vous mettez en travers de sa route, il n'hésite pas à grimper sur vous et franchit ainsi cet obstacle en traînant toujours son araignée (7 août 1887).

Une araignée, chassée par ce Pompile, avait son œuf pondu sur le flanc droit de l'abdomen. Elle était très vive et très alerte, et même mordillait deux criquets qu'on avait placés près d'elle. Une mouche aussi fut attaquée, ainsi qu'un troisième criquet. Au moindre attouchement elle sautait.

Pour cette espèce, c'est encore une araignée, qui n'est paralysée qu'imparfaitement, mais cependant cela suffit pour l'élevage des larves dont le soin lui est confié.

4° *Pompilus pectinipes* Van der Linden.

Creuse ses galeries comme ses congénères, alimente avec des araignées. Ici, la paralysie est plus complète, les araignées sont insensibilisées.

Évolution de la larve semblable aux autres, chasse jusqu'en octobre.

Agenia punctum Pauz.

Curieuse espèce, qui détache les pattes des araignées attaquées dans les toiles mêmes qu'elles s'étaient tissées (2).

L'œuf est encore pondu sur le flanc de l'abdomen. Ce Pompile parcourt les murs. Il établit son nid dans les interstices des pierres.

Le transport est variable : souvent il traîne sa victime par la tête, puis il abandonne ce mode d'attelage pour emporter la bête par l'abdomen, suivant le terrain qu'il parcourt.

Il n'y a donc point chez lui de point précis et invariable pour porter les victuailles au logis.

(1) Il faut entendre : Achevait de vider sa victime.

(2) Goureau, dans ses observations, voir *Annales de la Société entomologique*, 1839, p. 541, fait rapporté par Brehm, p. 698, dit : « J'ai signalé un fouisseur qui avait coupé six pattes à une araignée pour l'empêcher de s'échapper de son nid ». Plusieurs autres ont été observés par ce même colonel.

Ce Pompile se précipite sur les araignées qu'il convoite, les renverse sur le dos et coupe avec ses mandibules les pattes de sa proie.

Viennent ensuite :

Priocnemis luteipennis Dahlbom (le plus beau de l'espèce),
— *exaltatus* Panz.,
— *fuscus* Dahlbom Fab.,
— *fasciatellus* Spin.,
— *pusillus* Schiœdte,
— *variegatus* Fab.,

qui chassent tous les araignées d'espèces diverses. Il n'y a donc pas d'exception pour ceux que je viens d'énumérer. Nous pouvons même assurer, sans crainte d'être démenti, que ces mœurs, ces habitudes, sont de tous les Pompiles et familles voisines : c'est, à notre avis, même un caractère qui affirme hautement l'espèce.

L'œuf est semblable, à part la taille, pour chaque Pompile ; l'évolution est la même. La nymphe seule doit présenter quelques différences. Reste l'insecte parfait, qui, abandonnant la dépouille nymphale, offre alors à nos yeux éblouis des variations de couleurs.

Resterait l'étude microscopique, qui viendrait de même établir dans les larves des différences, il est vrai, mais que l'aspect général, la vue d'ensemble ne peuvent saisir.

En terminant cette étude nous avons, en résumé, relevé bien des erreurs, en rétablissant l'exactitude des faits relatifs à l'évolution générale des Pompiles et rejeté bien des opinions contraires à la réalité (1).

Un mot seul sur les Triproxylons, dont les habitudes rappellent les Pompiles.

Chasseurs intrépides d'araignées, construisent leurs nids en utilisant des trous de vieux bois ou bien dans les tubes des toits de chaume.

Plusieurs cellules se succèdent, superposées, et chacune d'elles est approvisionnée de plusieurs araignées de taille bien différentes : quelquefois douze, quinze, vingt et vingt-cinq araignées ; l'œuf a toujours sa position fixe, il est pondu sur l'une d'elles, quelquefois vers le milieu, rarement plus loin dans le tas.

Une étude plus complète nous permettra bientôt de nous rendre compte des relations qui doivent rattacher cette espèce aux vrais Pompiles, bien qu'ils s'en éloignent par leurs formes générales.

(1) Pour le *Pompilus viaticus*, Brehm nous dit encore, p. 699 : « L'alimentation de *la couvée* y est introduite péniblement ; elle est en partie *morcelée* et se compose *d'insectes divers*.

M. le Dr AMANS

à Montpellier.

SUR LES RAPPORTS DE L'HYPONAUTIQUE ET DE LA MÉCANIQUE ANIMALE

— *Séance du 3 avril 1888* —

L'hyponautique est l'art naval appliqué à la construction des bateaux sous-marins. La création d'un tel bateau réclame à l'ingénieur des connaissances très variées (sciences mathématiques, physiques et chimiques, mécanique appliquée, physiologie, etc.). La physiologie indique les conditions d'habitabilité au milieu de gaz délétères provenant soit des machines, soit du corps humain. L'ingénieur doit se préoccuper de la respiration de l'équipage; c'est à cela du reste que se borne l'emprunt aux sciences naturelles. J'estime que cet emprunt devrait être plus large et porter sur les données morphologiques et cinématiques de tous les animaux aquatiques.

Ces données sont particulièrement instructives pour les formes extérieures du bateau et pour ses agents de locomotion.

La pénétration aisée et rapide dans un milieu quelconque exige des formes convenables. Voici un modèle de bateau en bois; celui-ci a une forme spéciale, mais vous concevez facilement une infinité d'autres solides ayant même volume, mais des formes différentes. Quelle est la meilleure forme, c'est-à-dire celle qui éprouvera de la part du liquide le moins de résistance à la pénétration? On l'ignore complètement; on ne peut, du moins, en l'état actuel de la science, donner une réponse précise à ce sujet. Je laisserai ici volontiers la parole au professeur Mendelieev (1): « On parvient, m'écrit-il, à calculer les formes pour la navigation sous-marine, comme l'a fait M. Alymov dans le *Morskoï Sbornik*, mais je pense que les calculs manquent de base, eu égard à l'absence d'expériences suivies. »

Si le mathématicien est désarmé, il n'en est pas de même du naturaliste. Les animaux, eux, ne sont pas muets, ni sur la nature des contours, et les rapports de ces contours avec la résistance du milieu, ni sur le mode de locomotion. Je ne reviendrai pas sur ces rapports, que j'ai traités incidemment et en détail dans un récent travail d'anatomie comparée (2). Voici seulement un appareil schématique, qui vous donne une idée des princi-

(1) J'ai déjà signalé (*Annales des Sciences naturelles*, 1888) son ouvrage *Sur la résistance des liquides et la navigation aérienne*; il est des plus instructifs pour tous ceux qui étudient les mouvements dans un fluide.

(2) Amans, Comparaisons des organes de locomotion aquatique (*Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 1888), Masson, éd.

paux facteurs de la forme (contours apparents de front, profil, horizon, hauteurs dorsale, ventrale, angle du grand axe et du diamètre dorso-ventral, etc.). Un seul exemple me suffira à vous démontrer leur importance.

On a obtenu, en navigation flottante, des réductions de résistance de plus de $\frac{1}{30}$, pour des navires de même section maîtresse. Dupuy de Lôme espérait obtenir des réductions aussi fortes en navigation aérienne; il n'a obtenu qu'une réduction de $\frac{1}{5}$. Renard lui-même a été fortement déçu, en n'obtenant qu'une réduction de $\frac{1}{6}$. Le rapport de hauteur à la longueur joue un rôle important dans cette réduction. Dupuy de Lôme avait pris le rapport $\frac{1}{2,43}$, Renard $\frac{1}{6}$. Mais le naturaliste aurait adopté du premier coup un rapport voisin de celui de Renard; il l'aurait adopté sans tâtonnements, en se basant sur la hauteur relative de tous les bons fileurs animaux. La hauteur relative n'est qu'un des facteurs importants; la connaissance exacte de tous ces facteurs peut être d'un grand secours au constructeur, en lui évitant de longs et infructueux tâtonnements.

J'ai donc repris les expériences d'hydrodynamique, mais en me basant sur les données de la mécanique animale. Mes expériences portent sur la forme de la surface du véhicule et de ses appendices, et sur la forme du mouvement.

Je construis d'abord des véhicules à coque en bois ou en métal; je mets à l'intérieur une machine actionnant une hélice. Je puis ainsi (*a posteriori*, guidé par les animaux) comparer entre elles les formes qui me paraissent caractériser tel ou tel mode de locomotion.

Mais rien ne prouve que l'hélice soit le meilleur agent de propulsion. Pourquoi ne pas essayer une palette élastique vibrante? J'ai donc institué une seconde série d'expériences pour comparer ces deux modes de propulsion. Ici, les difficultés d'exécution deviennent considérables. Il est relativement aisé de façonner une coque rigide, mais nullement d'imiter une queue vibrante.

Prenons le cas le plus simple, celui d'une palette rigide, frappant alternativement à droite et à gauche. Un ovoïde muni d'un tel engin à sa partie postérieure effilée, s'avance, mais lentement, en zigzagant. Le mouvement se régularise, devient plus souple avec une palette élastique. Quelle est la meilleure forme de palette propulsive? Ceci dépend de la forme de la coque, et, par suite, du mode de locomotion que le constructeur a en vue; en tout cas, notre palette n'a rien de commun avec l'hélice marine, contrairement à l'opinion courante.

Il ne faut pas se borner à l'imitation de la nageoire caudale proprement dite; il faudrait pouvoir imiter au moins le $\frac{1}{3}$ postérieur de l'animal. L'animal ne vibre pas seulement par sa nageoire postérieure, mais par tout son arrière-train.

La construction d'un ovoïde vibrant n'ayant presque jamais préoccupé

les mécaniciens, le physiologiste se trouve quasi désarmé devant ce difficile problème. Il n'y a encore rien ou à peu près rien de tenté dans cette voie. Qui connaît les expériences de Ciotti? Frappé par de nombreux essais de la supériorité des palettes élastiques, sur les palettes rigides, il a cherché à les appliquer comme propulseurs dans un petit bateau, en 1870 environ. Il manquait cependant d'idées précises sur la forme des palettes; abandonné à ses propres ressources, il n'a pu perfectionner son œuvre; son projet est tombé dans l'oubli (1).

Il ne faudrait pas jeter la pierre sur une première tentative non couronnée d'un plein succès. On sait, l'histoire en main, combien d'obstacles de toutes sortes démontent et paralysent l'inventeur; que de temps et de peines pour faire entrer dans la pratique les idées les plus saines et les plus mûres. Notre conviction intime est que le rendement de l'hélice est de beaucoup inférieur à celui de la palette piscoïde. Cette conviction est basée sur l'étude des locomotion aérienne et sous-marine.

L'hélice marine n'utilise même pas la moitié de la force produite (2). La palette élastique donne des vitesses trop disproportionnées avec les efforts musculaires, pour ne pas les attribuer en partie à d'autres causes. On ne saurait expliquer de telles vitesses par les causes habituellement mises en avant, telles que contractions musculaires, choc de plans inclinés, direction en ligne ondulée, etc. C'est l'*élasticité* de l'organe qui joue le rôle le plus actif et le plus efficace dans son déplacement : cette élasticité perdue, la locomotion devient lente, lourde, saccadée, et s'il s'agit d'un animal plus lourd que le milieu, il décrit une trajectoire descendante et finit par tomber.

J'ai démontré, d'une façon très simple, l'importance de ce facteur dans la locomotion aérienne. Voici une pièce anatomique en cire, représentant un mésothorax de Sphyngide. En piquant la membrane qui est sous l'épaulette, on occasionne une fuite gazeuse; on diminue du même coup la tension élastique des cavités thoracique et alaires. Quelques instants après l'opération, notre papillon est devenu incapable de vol, malgré les battements les plus énergiques; la perte d'un seul facteur, l'élasticité, a suffi pour abolir la locomotion aérienne. Quant aux animaux aquatiques, les plus mauvais nageurs sont ceux dont l'organe propulseur est en partie rigide (Coffres). L'importance majeure de l'élasticité n'est pas niable; elle pourrait s'expliquer ainsi :

(1) Je détache les passages suivants d'une lettre de M. Ciotti :
« Dupuy de Lôme me présenta à l'amiral Paris et à M. Philips de l'Académie. Tous les deux me dire[nt] qu'ils étaient surpris de l'efficacité d'action des lames élastiques..... En 1878, j'ai exposé mes deu[x] petits modèles et la brochure à l'Exposition de Paris. Les expériences furent faites dans la Seine devan[t] la Commission; le petit bateau à vapeur remonta le courant avec une grande facilité. La Commission, incrédule jusqu'alors, éclata en bravos et applaudissements.

(2) En général 25 à 26 0/0 (voir *Aéronaute*, mai 1887, un article sur l'Hélice, par M. du Bauvel, ingénieur).

L'oiseau qui prend son vol se laisse choir; la vitesse de chute lui est nécessaire pour mettre la réaction élastique de ses ailes en équilibre avec son poids. Le battement d'aile interviendra dans cette réaction, mais à la façon de celui qui remonterait une balle très élastique à la hauteur primitive de chute; une très légère poussée, un léger travail musculaire suffiront pour rétablir chaque fois l'amplitude primitive de l'oscillation.

Divers auteurs ont fait, avec raison, jouer un grand rôle à la pesanteur; soit comme antagoniste du vent, soit comme générateur de vitesse dans la chute en aéroplane; mais on ne s'est pas préoccupé, que je sache, de son rôle principal, celui de mettre constamment en jeu l'élasticité de la palette. Le phénomène est de même ordre pour les organes de propulsion aquatique; seulement, la réaction élastique de la palette est surtout mise en jeu par les courants qui se précipitent à l'arrière vibrant de l'ovoïde. Les muscles latéraux de l'arrière-train sont en état de tension élastique; leurs contractions interviennent comme adjuvants de la réaction élastique.

Quoi que vous pensiez de la valeur de cette explication, le fait reste : l'absence d'élasticité dans un organe destiné à vibrer équivaut à une dépense plus considérable de force motrice; il ne faut donc pas négliger ce facteur dans l'imitation d'un mouvement vibratoire quelconque; lorsque j'aurai réussi dans ces imitations, il me sera relativement aisé de comparer ce mode de mouvement à celui des surfaces tournant autour d'un axe.

Telles sont les idées principales qui président à mes expériences, soit sur la forme des véhicules, soit sur celle des organes de propulsion, et qui pourraient, à bref délai, me donner des résultats intéressants à la fois pour la mécanique animale et l'hyponautique.

M. Jules de GUERNE

Paris.

SUR LA DISSÉMINATION DES ORGANISMES D'EAU DOUCE PAR LES PALMIPÈDES.

— Séance du 3 avril 1888 —

La possibilité du transport des organismes par les Oiseaux est admise par la plupart des naturalistes. Toutefois, si l'on vient à chercher sur quelle base repose cette opinion presque générale, on reconnaît que sauf, pour les végétaux, le nombre des faits observés est infiniment restreint.

Lyell et Darwin, qui ont spécialement étudié ce mode de dispersion appliqué aux plantes, sont loin d'avoir méconnu son importance en ce qui

concerne les animaux aquatiques. Mais ils ne faisaient pas usage du microscope et c'est probablement la raison principale qui les a empêchés d'approfondir la question. Jusque dans les dernières années de sa vie, Darwin s'en préoccupa.

Les observations les plus curieuses que l'on possède sur le transport des Lamellibranches par les êtres ailés, Oiseaux et Insectes, ont été publiées par lui en 1878 et en 1882 (1).

En dehors des documents, d'ailleurs peu nombreux, réunis par Darwin, je ne connais à ce sujet qu'un seul fait précis, rapporté en 1876 par le professeur F.-A. Forel, d'après Aloïs Humbert. Ce naturaliste a trouvé, adhérents aux plumes des canards et des grèbes, des œufs d'hiver de Crustacés cladocères (2).

La question était donc à peine effleurée, lorsque, au retour de la troisième campagne de *l'Hirondelle*, accomplie sous la direction de S. A. le prince Albert de Monaco, après avoir découvert aux Açores une faune lacustre presque entièrement composée de types européens, répandus sur une aire géographique considérable, je tentai d'apporter quelques arguments nouveaux en faveur de la doctrine du transport (3).

Mes recherches, commencées dès l'automne de 1887, à l'époque de l'arrivée des Oiseaux du nord, ont été poursuivies durant tout l'hiver, dans des circonstances plus ou moins favorables. Je me suis borné, jusqu'ici, à examiner les Palmipèdes et spécialement le canard sauvage commun (*Anas boschas* L.), très abondant d'ordinaire et facile à se procurer. Deux espèces de sarcelles (*Querquedula circia* L. et *Q. crecca* L.), ainsi que divers Oiseaux non déterminés, m'ont également fourni des sujets d'étude.

J'ai eu à ma disposition du gibier provenant des chasses de S. A. le prince Albert de Monaco, à Marchais (Aisne), et expédié directement à Paris.

D'autre part, un zoologiste bien connu, M. Chevreux, a eu l'obligeance de m'envoyer le produit du lavage des pattes de plusieurs Sarcelles (*Querquedula recca* L.) tuées au Croisic (Loire-Inférieure). J'ai examiné également un certain nombre de Palmipèdes abattus en janvier 1888, dans les marais d'Arleux, près Douai (Nord). Enfin, à différentes re-

(1) *Transplantation of shells nature*, vol. XVIII, 30 mai 1878. — *On the dispersal of freshwater Bivalves*, ibid., vol. XXV, 6 avril 1882. Dans l'*Origine des espèces*, trad. Moulinié, Paris, 1873, p. 412, Darwin cite le cas d'un *Ancylus* fixé sur un Coléoptère aquatique du genre *Colymbetes* et rend compte d'expériences faites sur l'adhérence des jeunes Mollusques fluviatiles à une patte de canard Voir également le chapitre XL des *Principes de Géologie*, de Lyell, trad. Gineston. Paris, 1873.

(2) *Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman*, 3e série, XXXII. *Faune pélagique* (*Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol XIV, p. 221).

(3) Dès 1885, je me suis déclaré partisan de cette doctrine, que j'ai exposée en détail, en 1887, dans mes *Remarques sur la distribution géographique du genre* PODON, *sur l'origine des Polyphémides pélagiques lacustres et sur le peuplement des lacs* (*Bull. Soc. zool. France*, vol. XII, p. 357).

prises, je me suis procuré des canards sauvages en divers points de Paris, dans un marché ou même chez de simples revendeurs.

La personne chargée des achats ignorait le but poursuivi et ne pouvait être tentée, par conséquent, de choisir parmi les Oiseaux ceux dont les pattes semblaient particulièrement sales. Par un hasard singulier, qu'il est certainement permis d'invoquer dans le cas actuel comme un argument favorable, c'est sur les pattes d'un canard manipulé maintes fois, du marais à la Halle et à la boutique du marchand, que j'ai trouvé quelques-uns des objets les plus intéressants mentionnés ci-après (*Cytheridea torosa*, par exemple).

Sauf pour les sarcelles du Croisic, qui ont été examinées de suite par M. Chevreux, l'inspection des Oiseaux n'a eu lieu que vingt-quatre heures environ après la mort. C'est en moyenne le temps nécessaire pour l'arrivée des canards de la région du nord (baie de Somme, etc.), du lieu de chasse, entre les mains du consommateur, à Paris. L'état de fraîcheur des viscères (l'appareil digestif a fourni plusieurs fois des indications précieuses sur la dernière station de l'Oiseau) m'a montré que, dans plusieurs circonstances, ce délai n'avait même pas été atteint.

Deux procédés ont été suivis pour les recherches :

1° L'examen direct, pratiqué soit immédiatement sur les matières recueillies et délayées dans l'eau, soit au bout d'un certain temps sur le produit du lavage des pattes et du bec dans l'eau, additionnée d'alcool aussitôt après l'opération ;

2° La culture des matières recueillies.

L'observation directe m'a fourni les résultats suivants. Tous les Palmipèdes examinés, à bien peu d'exceptions près, portaient sur diverses parties du corps des matières étrangères. Au point de vue de la masse transportée, les pattes doivent être citées en première ligne, puis viennent le bord de la langue et le bec, enfin le plumage ; celui-ci, gras et serré, paraît être généralement très propre. Il m'est arrivé cependant d'y trouver sur le cou et à la face interne des rémiges secondaires de petites éclaboussures. Celles des rémiges se produisent, suivant toute vraisemblance, quand l'oiseau se secoue sur le rivage ou même en pleine eau, comme cela arrive souvent. Les taches boueuses, dont j'ai étudié la composition, étaient entièrement formées de débris végétaux microscopiques. Je ne doute pas qu'en poursuivant les recherches on ne rencontre, dans de semblables éclaboussures, des organismes à l'état de vie latente (spores, œufs d'hiver, etc.), susceptibles d'être transportés ainsi d'un lac à l'autre. Ces taches tiennent bien sur la plume à l'état sec, mais se dissolvent rapidement dans l'eau ; cette circonstance paraît être des plus favorables à la dissémination.

J'insiste sur ce transport par les plumes ; c'est sur elles, en effet, que

peuvent être enlevés les corps qui flottent, loin des rivages, sur les eaux claires et profondes ; la question offre un grand intérêt au point de vue de la dispersion des types pélagiques lacustres ; mais il faudrait, pour la résoudre définitivement, entreprendre des observations suivies sur des lieux de chasse choisis à proximité des grandes nappes d'eau.

Si les observations précédentes laissent subsister quelques doutes au sujet du transport des organismes pélagiques par les Oiseaux, celles qui suivent montrent le rôle considérable que jouent ces derniers dans la dissémination des formes littorales.

Comme je l'ai dit, c'est sur les pattes que l'on trouve le plus de matières enlevées. Le 17 novembre 1887, il m'est arrivé d'en recueillir, à la partie supérieure des membranes interdigitales d'un canard sauvage, un quantité suffisante pour couvrir entièrement un fond d'assiette de quinze centimètres de diamètre. C'était la vase d'un marais tourbeux, un peu brune, formée presque exclusivement de débris végétaux (plusieurs atteignaient un centimètre de long) mêlés à un très petit nombre de grains de quartz roulés.

Dans ce dépôt, j'ai constaté la présence d'une foule de kystes microscopiques (animaux ou végétaux ?), de plusieurs Diatomées, d'une Desmidiée, d'un œuf de Cladocère (Lyncéide ?), de la moitié d'un Statoblaste, de *Plumytella repens* et d'une valve d'Ostracode. Celle-ci, grâce à un caractère particulièrement net, a pu être déterminée. Elle appartient à une espèce inconnue en France, *Cytheridea torosa* Jones, mais dont la distribution géographique est très étendue. On l'a signalée en Angleterre, dans la mer d'Azow, dans le Levant, etc. Elle vit dans les eaux douces et saumâtres et se rencontre surtout dans les estuaires.

Parmi ces corps aisément reconnaissables, s'en trouvent beaucoup d'autres que des spécialistes réussiraient peut-être à nommer. Les fragments d'insectes sont assez nombreux ; la plupart, velus ou même épineux, semblent devoir s'accrocher facilement eux-mêmes et retenir en outre des matières diverses. L'un de ces fragments, un fémur de Diptère, long de trois millimètres, forme un véritable tube protecteur, où des êtres délicats, incapables de supporter la dessiccation, pourraient trouver un abri. La compression en a fait sortir des morceaux de trachées et un très grand nombre de kystes d'Infusoires. Il y a lieu de retenir ce fait : des débris analogues se rencontrent fréquemment : en conservant à l'abri de l'évaporation de faibles quantités d'eau, ils rendent peut-être possible la dissémination de certains organismes.

Le cas que je viens d'exposer en détail est absolument typique ; c'est le plus intéressant que j'aie encore vu. Cependant, l'examen des matières adhérentes aux pattes d'autres canards m'a fourni quelques objets différents : des Rotifères de la famille des *Philodina* (Marchais, Arleux), un

grand nombre de soies d'Oligochètes, une antenne de (*Cyclops* ?), des débris d'Acariens (peut-être parasites de l'Oiseau ?), une capsule ovigère de (Turbellarié ?) et plusieurs carapaces d'un Cladocère du genre *Alona* (Marchais). De même que les fragments d'Insectes, celles-ci contenaient des Diatomées et divers corpuscules dont elles facilitent à coup sûr la dissémination. Le bord des carapaces est garni, en effet, de nombreuses épines.

Je serai forcément très bref au sujet des cultures dont il me reste à parler. L'une d'elles, poursuivie pendant deux mois — du 17 novembre 1887 au 17 janvier 1888 — avec des matières prises sur le canard dont il a été question ci-dessus, a fourni entre autres animaux vivants des Nématoïdes et des Rotifères *(Philodina)* très vifs. L'examen direct ne m'avait pas montré ces types. Quelques Rhizopodes *(Trinema enchelys pacex)* semblent y avoir fait également leur apparition. Mais on ne peut encore rien conclure de cette expérience, l'hiver étant une saison défavorable pendant laquelle beaucoup d'organismes aquatiques restent inactifs dans nos climats. J'ose espérer que les cultures, où la présence des êtres vivants est certaine, ne tarderont pas à changer d'aspect; l'étude en sera alors immédiatement reprise.

Quoi qu'il en soit, la portée générale des observations qui précèdent est dès maintenant évidente. Elles montrent le rôle considérable que jouent les Oiseaux, et les Palmipèdes en particulier, dans la dissémination des organismes d'eau douce; elles expliquent le caractère cosmopolite de certains types, en même temps que leur présence en des points isolés et notamment sur des îles océaniques; elles expliquent encore l'introduction de ces types dans les bassins lacustres d'origine récente ou dans les étangs artificiels. Elles permettent de comprendre la singulière uniformité de certaines associations animales dans la faune des lacs et rendent également compte d'irrégularités apparentes dans la répartition de diverses espèces.

M. Édouard CHEVREUX

Au Croisic (Loire-Inférieure).

SUR QUELQUES CRUSTACÉS AMPHIPODES RECUEILLIS AUX ENVIRONS DE CHERCHELL

— *Séance du 8 avril 1888* —

La faune des Amphipodes de nos côtes algériennes est encore assez mal connue, le seul document un peu complet que nous possédions datant de

l'exploration effectuée en 1840-1842 par une commission académique. Il suffit, du reste, de parcourir le beau mémoire de M. Lucas (1) pour constater que les Podophthalmaires (102 espèces) et les Isopodes (34 espèces marines) ont été étudiées plus complètement que les Amphipodes marins, dont 16 espèces seulement sont signalées. Je rappelle ici leurs noms, en rectifiant la synonymie en note.

Talitrus saltator Mont. (2).
— *platycheles* Guér.
Orchestia littorea Mont.
— *Montagui* Aud.
— *Perieri* Luc. (3).
— *Fischeri* Luc.
Lysianassa Costae Edw.
— *longicornis* Luc.
Amphithoe Vaillanti Luc.
Gammarus locusta Mont.
— *Olivii* Edw. (4).
— *peloponnesius* Guér.
Vibilia Jeangerardi Luc.
Phronima sedentaria Forsk.
Typhis ovoïdes Risso.
Caprella tabida Luc. (5).

En 1876, M. le professeur Marion (6) eut occasion d'effectuer quelques dragages dans la rade d'Alger. Malheureusement, le savant professeur n'avait pu disposer que d'une drague à très larges mailles; dans ces conditions, la capture des Amphipodes peut être considérée comme accidentelle, tandis qu'il suffit de se servir d'engins appropriés, dragues garnies en toile à voile ou chaluts dont le sac, terminé en pointe, contient un faubert, pour prendre ces petits Crustacés par centaines. Néanmoins, les cinq espèces suivantes furent recueillies :

Lysianassa spinicornis Costa.
Iphimedia obesa Rathke.
Dexamine spinosa Mont.
Gammarus marinus Leach.
Ampelisca Belliana Bate et Westw. (7).

Pendant l'hiver de 1884-1885, j'ai profité d'un séjour de quelques mois à Cherchell pour en explorer soigneusement les environs. Malheureusement, il ne m'a pas été possible de draguer et j'ai dû me contenter de recherches à la côte, recherches qui semblent au premier abord devoir être peu fructueuses en Méditerranée, mais qui m'ont néanmoins fourni des résultats assez importants. Il n'est peut-être pas hors de propos d'indiquer ici, d'une façon générale, l'habitat des Amphipodes dont je donne plus loin la liste, ainsi que les procédés fort simples qui permettent de les capturer.

Les espèces de la famille des *Orchestidæ* sont les plus faciles à recueillir en tout temps. On trouve, à Cherchell comme sur nos côtes de France, *Ta-*

(1) *Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. — Histoire naturelle des animaux articulés*, par H. Lucas. Paris, 1849.
(2) *Talitrus locusta* Latr.
(3) *Hyale Perieri* Luc.
(4) *Gammarus marinus* Leach.
(5) *Caprella acutifrons* Desm.
(6) Voir : *Deux jours de dragages dans le golfe d'Alger*. Note de M. A.-F. Marion, professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de Marseille. — *Revue des Sciences naturelles*, septembre 1878.
(7) *Ampelisca lævigata* Lillj.

litrus locusta sur les plages de sable fin, un peu au-dessus du niveau de la mer. Les petits trous dont le sable est criblé décèlent sa présence et il suffit de creuser à quelques centimètres de profondeur pour s'en emparer.

Les Orchesties se cantonnent dans des zones spéciales, ce qui permet de prendre chaque espèce à coup sûr. A la ligne de l'eau et principalement sous les amas de Zostères, que la vague pousse continuellement devant elle sur certaines plages, trois formes habitent de compagnie : *O. mediterranea*, *O. Montagui*, *O. incisimana*. A quelques mètres de la mer, sous les pierres qui recouvrent du sable, on trouvera *O. Deshayesi* et souvent avec elle *O. littorea*. Cette dernière espèce, la plus commune de toutes, ne descend jamais plus bas, mais remonte beaucoup plus haut ; seule, elle habite sous les galets les plus élevés des plages, que la mer mouille seulement dans les tempêtes ; enfin, on la trouve encore à une assez grande distance du rivage, le long des ruisseaux d'eau douce ; elle habite alors des trous creusés dans la terre humide, sous les pierres (1).

Les diverses espèces du genre *Hyale* habitent un peu plus bas que les Orchesties, dans les touffes d'Algues vertes *(Confervæ)*, à peine mouillées par le ressac, qui poussent le long des digues du port, et dans les creux de rochers. Comme les Talitres et les Orchesties, ces petits Amphipodes sautent avec agilité et sont assez difficiles à saisir.

Sauf quelques exceptions que je signale plus loin, les autres espèces habitent les Algues rouges *(Floridæ)* presque constamment immergées. Deux conditions, souvent difficiles à réunir en hiver, sont nécessaires pour les recueillir facilement : une mer absolument calme et une forte pression atmosphérique. En effet, bien que les marées soient nulles dans la partie de la Méditerranée qui baigne la côte d'Algérie, le niveau de la mer n'est pas absolument constant ; il s'élève légèrement lorsque le baromètre baisse et s'abaisse quand il monte. Le même phénomène se produit, du reste, sur nos côtes de l'Océan et nos pêcheurs le connaissent fort bien, mais l'attribuent à tort à la direction du vent.

On sait qu'à une hausse barométrique de 10 millimètres correspond un abaissement du niveau de la mer de 130 millimètres environ, et inversement ; il en résulte que les variations de la pression atmosphérique peuvent occasionner des différences de niveau de 30 à 40 centimètres. Il y a donc lieu d'en tenir grand compte, et, lorsque les conditions sont favorables, il suffit de s'avancer aussi loin que possible sur les rochers et de détacher,

(1) Peut-être faudrait-il identifier à cette espèce le *Talitrus platycheles*, signalé en Algérie par Lucas et que je n'ai pu retrouver ; l'erreur n'aurait, du reste, rien d'inexplicable, les femelles d'Orchesties ressemblant beaucoup aux Talitres.

Voici ce que dit Lucas du *T. platycheles* : « Cette espèce est d'un vert foncé pointillé de brun. Ce Talitre est assez commun ; je l'ai rencontré, pendant l'hiver et le printemps, dans l'est et dans l'ouest de nos possessions. Il se plait sur les bords de l'eau et des ruisseaux, et se tient sous les pierres légèrement enfoncées dans la terre ». C'est précisément dans ces conditions que j'ai souvent rencontré *O. littorea*, et j'ai pu constater également que sa couleur, très variable du reste, était alors d'un vert plus ou moins foncé, tandis que les types de la grève sont toujours teintés de rouge brun.

soit à la main, soit à l'aide d'un bâton, des touffes de *Floridæ*, pour s'emparer des Amphipodes qui les habitent.

Enfin, j'ai capturé accidentellement quelques espèces du large, en cherchant dans les paquets de racines de Zostères, que la mer arrache et rejette à la côte pendant les tempêtes (1).

La liste suivante ne peut donner qu'une idée bien faible de la faune, évidemment très riche, des Amphipodes marins d'Algérie; mon habitude de ce genre de recherches m'autorise à affirmer qu'il suffirait d'effectuer quelques dragages, avec des instruments appropriés, dans les petites profondeurs qui bordent le littoral, pour doubler au moins le nombre des espèces dont l'énumération suit.

1. — TALITRUS LOCUSTA Latr. — Il ne diffère de la forme de l'Océan que par sa taille un peu plus petite; je n'ai jamais trouvé à Cherchell de spécimens aussi grands que ceux de nos côtes de Bretagne, qui atteignent jusqu'à 20 millimètres de long. Mes types d'Algérie ne dépassent pas 13 millimètres.

2. — ORCHESTIA LITTOREA Mont. *(Gammarus)*. — En Algérie, comme sur nos côtes de l'Océan, ces Orchesties portent souvent un commensal, fixé entre les pattes thoraciques de son hôte. C'est une nymphe d'Acarien, *Uropoda Orchestiidarum* Barrois (2), dont la forme sexuée n'est pas encore connue. Il est aussi fort commun sur *O. Deshayesi*, mais je n'en ai trouvé qu'un spécimen sur les nombreux types d'*O. Montagui* que j'ai examinés, et je ne l'ai jamais rencontré sur *O. mediterranea*, ni sur *O. incisimana*. Ces dernières espèces, souvent immergées, lui offrent probablement un habitat moins convenable.

3. — ORCHESTIA MEDITERRANEA Costa.

4. — ORCHESTIA MONTAGUI Aud.

5. — ORCHESTIA DESHAYESI Aud.

Dans une étude fort complète des Orchesties de la baie d'Authie, M. Barrois (3) a signalé les différences qui existent entre les *O. Deshayesi* de Naples et celles du Boulonnais, différences portant principalement sur les dimensions des articles des antennes inférieures. Mes types de Cherchell sont absolument identiques à ceux de Naples, tandis que l'*O. Deshayesi* du Croisic paraît constituer un passage entre les deux formes, le dernier article du pédoncule des antennes inférieures étant un peu plus gros que chez les types du Pas-de-Calais, et le fouet un peu plus court.

La couleur de cette espèce est aussi très variable. M. Barrois nous apprend que ses spécimens sont « d'un gris pâle lavé de verdâtre, sur lequel tranchent de ci de là quelques taches noirâtres, éparses sur la partie dorsale des segments thoraciques et abdominaux ». Chez les individus de Cherchell, comme chez ceux de Croisic, la teinte générale est jaunâtre, mais la partie supérieure du corps est toujours plus ou moins teintée de rose; souvent même une ligne

(1) On trouve aussi presque toujours, dans ces paquets de racines, deux intéressantes espèces de Crustacés podophthalmaires : *Athanas nitescens* Leach et *Alpheus dentipes* Guérin.

(2) Voir TH. BARROIS, *Sur un Acarien nouveau* (UROPODA ORCHESTIIDARUM), *commensal des Talitres et des Orchesties*. Lille, imp. Danel, 1887.

Le professeur Barrois a eu la complaisance d'examiner quelques-uns de mes spécimens et les identifie à la forme du Pas-de-Calais, dont il nous a donné une intéressante description.

(3) TH. BARROIS, *Note sur quelques points de la morphologie des Orchesties, suivie d'une liste succincte des Amphipodes du Boulonnais*. — Lille, imp. Danel, 1887.

longitudinale rouge suit le sommet du thorax et de l'abdomen. Enfin, j'ai trouvé au Croisic quelques spécimens colorés d'une façon bien remarquable, tous les segments thoraciques et abdominaux et les épimères étant d'un rouge carmin brillant, tandis que la partie ventrale du corps et les pattes étaient teintes de rose pâle.

6. — ORCHESTIA INCISIMANA nov. sp. (Pl. VI, fig. 1-2).

Mâle adulte. — Les antennes supérieures atteignent l'extrémité de l'avant-dernier article du pédoncule des inférieures ; leur fouet se compose de six articles. Les antennes inférieures sont extrêmement courtes, à peine aussi longues que la tête et les quatre premiers segments du thorax ; les deux derniers articles du pédoncule, très gros et courts, sont renflés à la partie antérieure ; le fouet comprend quatorze articles, dont les trois premiers sont soudés ensemble ; il n'est pas cylindrique, mais fortement aplati et déprimé.

Les pattes de la première paire ne présentent rien de particulier. La main des pattes de la seconde paire est grande et ovale ; sa paume, garnie d'une rangée d'épines coniques, présente d'abord une partie fortement convexe, suivie de deux entailles assez profondes, et se termine par une dent arrondie; la griffe, grosse et recourbée, porte une rangée de poils sur son bord interne.

Les pattes de la quatrième paire sont notablement plus courtes que celles de la troisième. Les pattes de la septième paire, à peine plus longues que celles de la paire précédente, sont fortes et robustes, mais leurs troisième et quatrième articles, quoique légèrement renflés, ne présentent jamais ces prolongements du bord postérieur, si remarquables chez les vieux mâles d'*O. littorea*, d'*O. mediterranea* et d'*O. Montagui*. Enfin, le cinquième article, très court, ne dépasse pas la longueur du quatrième.

Les pattes sauteuses et le telson sont très voisins des organes correspondants d'*O. littorea*.

La couleur générale du corps est jaunâtre, avec une teinte rosée à la partie supérieure ; les antennes sont colorées de rose vif.

La taille d'un mâle adulte est de 15 millimètres.

J'ai dit plus haut que cette espèce habitait sous les amas de Zostères, à la ligne de l'eau, en compagnie d'*O. mediterranea* et d'*O. Montagui*. On distingue facilement à l'œil nu les spécimens mâles, à leurs antennes inférieures, beaucoup plus grosses et plus courtes que celles des espèces voisines. Les femelles ressemblent davantage à celles des autres espèces du genre, mais leurs antennes inférieures sont toujours plus courtes et le fouet ne se compose que de treize articles, au lieu de seize à dix-sept ; la couleur rose vif des antennes est aussi bien caractéristique.

7. — HYALE NILSONI Rathke *(Amphithoe)*. — Dans les touffes de *Confervæ* et quelquefois sous les pierres, à la ligne de l'eau.

8. — HYALE LUBBOCKIANA Sp. Bate *(Nicea)*. — Avec l'espèce précédente.

9. — HYALE PERIERI Lucas *(Orchestia)*. — Chez la femelle, que Lucas n'a pas décrite, la main du deuxième gnathopode est de même forme et à peine plus grande que celle du premier. Cette espèce paraît très voisine de *Nicea macronyx* Heller, mais sa taille est beaucoup plus grande (14 millimètres). Elle est commune au printemps, dans les Ulves, au pied de la digue Est du port de Cherchell.

10. — HYALE SCHMIDTI Heller *(Nicea)*. — Avec les précédentes.

11. — HYALE CAMPTONYX Heller *(Nicea)*. — Avec les précédentes.

12. — LYSIANASSA LONGICORNIS Lucas. — Dans les touffes de *Floridæ ;* elle y est rare et son habitat doit être un peu plus bas.

13. — Orchomene Batei G.-O. Sars. — C'est l'*Anonyx Edwardsi* de Sp. Bate, bien différent du véritable *Anonyx Edwardsi* Kröy., qui appartient maintenant au genre *Onesimus* et habite exclusivement les mers boréales et arctiques. — Trouvé rarement avec l'espèce précédente.

14. — Urothoe marina Sp. Bate. — Un seul spécimen, dont la présence dans les Algues doit être considérée comme accidentelle, cette espèce habitant très probablement les fonds de sable, à quelque distance de la côte. Le genre *Urothoe* n'était pas représenté jusqu'ici en Méditerranée.

15. — Stenothoe monoculoides Mont. *(Gammarus)*. — Assez commun. Je crois pouvoir identifier sans hésitation à cette espèce le *Probolium tergestinum* de Nebeski (1). Les principaux caractères, sur lesquels s'appuie cet auteur pour différencier la forme de l'Adriatique de *Stenothoe monoculoides*, résident dans la grande longueur du troisième article des pattes mâchoires et dans la forme des pattes de la première paire. Or, il suffit de comparer les figures de Nebeski à celles de Sp. Bate, ou mieux encore à celles de Boeck (2), pour constater que le troisième article des pattes mâchoires est tout aussi allongé chez la forme de l'Océan ; il m'a, du reste, été facile de m'en assurer en examinant mes types de la côte de Bretagne, où cette espèce est très commune.

Les pattes de la première paire n'offrent non plus aucune différence saillante, mais, la figure qui les représente étant fort mauvaise dans l'ouvrage de Sp. Bate et Westwood, l'erreur de Nebeski s'explique ici plus facilement.

16. — Icridium Rissoanum Sp. Bate *(Phlias)*. — Peu commun.

17. — Dexamine spinosa Mont. *(Gammarus)*. — Très commune dans les Algues.

18. — Dexamine spiniventris Costa *(Amphithonotus)*. Avec la précédente. C'est l'espèce la plus commune du genre à Cherchell.

19. — Dexamine leptonyx Grube. — Un seul exemplaire.

20. — Atylus Swammerdami Edw. *(Amphithoe)*. — Assez commun.

21. — Haliragès bispinosus Sp. Bate *(Atylus)*. — Assez commun.

22. — Calliopius norvegicus Rathke *(Amphithoe)*. — Très commun. La forme méditerranéenne, plus petite que celle de l'Océan, ne dépasse pas 5 millimètres.

23. — Lilljeborgia pallida Sp. Bate. — Un seul exemplaire, trouvé dans une touffe de racines de Zostères, rejetée à la côte par une tempête.

24. — Gammarus locusta Lin. — Très commun dans les Algues.

25. — Gammarus marinus Leach. — Avec le précédent et sous les pierres mouillées par la vague.

26. — Gammarella brevicaudata Edw. *(Gammarus)*. — Assez commune dans les touffes de *Floridæ*.

27. — Mœra scissimana Costa *(Gammarus)*. — Commune dans les racines de Zostères, rejetées à la côte, en compagnie de *M. integrimana* Heller.

Dans une note récemment publiée (3), le Dr Barrois démontre que cette dernière espèce est la forme femelle de *M. scissimana*. L'examen de mes types de Cherchell confirme encore l'assertion de mon savant collègue, toutes mes *M. integrimana* étant des femelles garnies d'œufs, tandis que mes spécimens de *M. scissimana* ont tous l'aspect de mâles.

28. — Elasmopus latipes Boeck. — Très commun dans les Algues.

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria*, p. 33, Pl. IV, fig. 39.
(2) *De Skandinaviske og Arktiske Amphipoder*, p. 449, Pl. XVII, fig. 1.
(3) Th. Barrois. *Remarque sur le dimorphisme sexuel chez quelques Amphipodes du genre Mœra*. Bulletin de la Soc. Zool. de France, février 188*.

En comparant mes types d'Algérie à ceux des côtes de Bretagne, je n'ai pu relever aucune différence appréciable dans les caractères morphologiques. La forme algérienne est, il est vrai, toujours plus petite, mais j'ai déjà eu occasion de faire une remarque analogue à propos de plusieurs espèces citées dans le présent travail. On peut, du reste, admettre d'une façon générale que, chez les Amphipodes dont l'aire de dispersion géographique est très étendue, la taille croît avec la latitude. Je citerai comme exemple une espèce littorale très commune, *Gammarus locusta*, toujours plus petite en Algérie qu'en France, tandis que les types rapportés du Varangerfjord par l'expédition du *Coligny* (1) sont gigantesques à côté des nôtres. De même, notre *Aristias tumidus* n'atteint pas la moitié de la taille des types de Norvège, que M. le professeur Sars a eu l'amabilité de m'envoyer; *Ampelisca spinipes* est également moins grande sur les côtes de France qu'au nord de l'Europe.

Il est moins facile de s'expliquer la différence d'habitat des deux formes. A Cherchell, notre espèce vit en nombreuses colonies dans les touffes de *Floridæ* du rivage (2), tandis que, sur les côtes océaniques de France, elle est toujours commensale du *Maia squinado* (3) dragué par des profondeurs assez considérables (60 à 100 mètres).

29. — Melita palmata Mont. *(Cancer)*. — Assez rare.

30. — Amathilla Sabinei Leach *(Gammarus)*. — Un seul spécimen. Le genre *Amathilla* est nouveau pour la faune méditerranéenne.

31. — Ampelisca serraticaudata nov. sp. — (Pl. VI, fig. 3-9.)

Femelle. — La tête, aussi longue que les trois premiers segments du thorax réunis, est peu prolongée en avant et n'atteint pas tout à fait l'extrémité du troisième article du pédoncule des antennes inférieures. Le bord latéral des trois premiers segments de l'abdomen se prolonge légèrement en arrière et forme un angle aigu avec le bord postérieur; les segments suivants ne présentent, à leur partie supérieure, aucune trace de ces gibbosités qui existent chez la plupart des autres espèces du genre.

Les antennes sont à peu près d'égale taille et dépassent à peine la moitié de la longueur du corps. Les quatrième et cinquième articles des pattes de la première paire (fig. 4) sont d'égale longueur; la griffe porte trois longues épines sur son bord interne. Chez les pattes de la deuxième paire (fig. 5), le cinquième article est beaucoup plus court que le quatrième; la griffe est garnie d'épines semblables à celles de la paire précédente.

Chez les pattes des troisième et quatrième paires (fig. 6), la griffe, légèrement courbée, est beaucoup plus longue que les quatrième et cinquième articles réunis.

Les pattes des cinquième et sixième paires (fig. 7) sont courtes et robustes; leur quatrième article est aussi long, mais beaucoup plus large, que le suivant; son bord inférieur se prolonge un peu en arrière et se termine par quelques

(1) J'adresse ici tous mes remerciements à M. le professeur Pouchet et à M. Jules de Guerne, pour leur obligeance à me communiquer les Amphipodes dragués pendant la campagne du *Coligny* sur les côtes de Norvège.

(2) Un spécimen ♀, en tout semblable à ceux d'Algérie, a été pris dans les mêmes conditions par M. de Guerne, à Fayal (Iles Açores). Voir E. Chevreux, *Troisième campagne de* l'Hirondelle, 1887, *Sur quelques Crustacés amphipodes du littoral des Açores*. Bull. Soc. Zool. de France, janvier 1888.

(3) Voir E. Chevreux, *Sur quelques Crustacés amphipodes de la côte Ouest de Bretagne*, Comptes-rend. Acad. Sc., 3 janvier 1887, et *Catalogue des Crustacés amphipodes marins du Sud-Ouest de la Bretagne*, page 2 et page 21. Voir également Bonnier, *Catalogue des Crustacés malacostracés recueillis dans la baie de Concarneau*, page 94.

petites dents et deux longs poils raides, qui dépassent l'extrémité de la patte; la griffe est grosse et fourchue.

Le premier article des pattes de la septième paire (fig. 8), fortement élargi à sa partie supérieure, se rétrécit ensuite brusquement et atteint l'extrémité du second; le cinquième article est un peu plus long que le précédent; la griffe est remarquablement large et courte.

Les pattes sauteuses de la dernière paire (fig. 9) présentent un caractère bien spécial; leur branche externe, un peu plus longue que l'autre, est épaisse et raide; elle se recourbe légèrement à l'extrémité et son bord supérieur porte une rangée de dents aiguës qui lui donnent l'aspect d'une lame de scie; son bord inférieur est garni de longues soies ciliées.

Le telson, très allongé, est fendu jusqu'à la base et chacune de ses lamelles se termine par une longue épine.

La longueur du plus grand spécimen recueilli est de 5 millimètres et demi.

J'ai trouvé trois exemplaires de cette intéressante espèce dans des paquets de racines de Zostères rejetés à la côte; elle doit habiter les fonds de sable vaseux du voisinage.

32. — PTILOCHEIRUS TRICRISTATUS mihi (1). — Un spécimen dans les Algues. C'est encore là une capture accidentelle, cette espèce devant habiter, comme aux environs du Croisic, les fonds de sable, à quelque distance de la côte.

33. — PHOTIS LONGICAUDATUS Bate et Westw. *(Eiscladus)*. — Dans les racines de Zostères. Il doit être très abondant sur les fonds de sable vaseux, à peu de distance du rivage, car il ne diffère pas de nos types de l'Océan, communs sur des fonds semblables, par dix à vingt mètres de profondeur (Concarneau, Belle-Ile, le Croisic, Bassin d'Arcachon).

Dans son remarquable ouvrage sur les Amphipodes des mers de Norvège, Boeck (2) identifie cette forme avec *Photis Reinhardi* Kröy.; elle en diffère cependant par plusieurs caractères bien nets. Chez l'espèce norvégienne, l'angle latéral de la tête est peu allongé; la branche externe des pattes sauteuses de la dernière paire est un peu plus courte que le pédoncule. Chez nos types de France et d'Algérie, comme chez la forme anglaise, l'angle latéral de la tête est très fortement prolongé antérieurement et atteint à peu près l'extrémité du troisième article du pédoncule des antennes inférieures; la comparaison des figures des ouvrages anglais et norvégien fait ressortir nettement cette différence. Enfin, chez notre *Photis*, la branche externe des pattes sauteuses de la dernière paire est plus longue que le pédoncule et se termine par une sorte de petit article supplémentaire, parfaitement indiqué par Bate et Westwood et dont Boeck ne parle pas. Je néglige d'autres caractères moins saillants, ceux que je viens de signaler me paraissant suffire amplement à différencier les deux formes.

34. — MICRODEUTOPUS VERSICULATUS Sp. Bate. — Quelques spécimens, dans les racines de Zostères.

35. — AMPHITHOE PENICILLATA Costa. — Dans les touffes de *Floridæ*.

36. — AMPHITHOE VAILLANTI Lucas. — Dans les touffes de *Floridæ*.

37. — PODOCERUS FALCATUS Mont. *(Cancer)*. — Dans les touffes de *Floridæ*.

38. — CYRTOPHIUM DARWINI Sp. Bate. — Assez commun dans les touffes de *Floridæ*. Les types de Cherchell, comme ceux de la côte ouest de France, portent aux antennes supérieures un petit fouet secondaire, que Sp. Bate n'a pas signalé.

(1) *Catalogue des Crustacés amphipodes marins du Sud-Ouest de la Bretagne*, p. 23, pl. V, fig. 3-4 et fig. 4 du texte.

(2) *De Skandinaviske og Arktiske Amphipoder*, p. 554, pl. XXVI, fig. 1.

39. — CAPRELLA DENTATA Haller. — Sur les *Floridæ*.

40. — CAPRELLA ACANTHIFERA Leach. — Sur les *Floridæ*.

41. — CAPRELLA ÆQUILIBRA Say. — Sur les *Floridæ*.

La faune littorale d'Oran ne paraît pas différer de celle de Cherchell; j'ai pu m'en faire une idée, M. Adrien Dollfus ayant eu l'obligeance de me communiquer quelques Amphipodes recueillis par M. Lemoine, en 1884. Voici leurs noms :

Orchestia littorea Mont.
— *Montagui* Aud.
— *Deshayesi* Aud.
— *incisimana* mihi.
Hyale Nilsoni Rathke.
— *Perieri* Lucas.
Gammarus marinus Leach.

Cinq des espèces littorales (1), signalées par Lucas, m'ont échappé (*Talitrus platycheles*, *Orchestia Fischeri*, *Lysianassa Costæ*, *Gammarus Peloponnesius*, *Caprella acutifrons*). En admettant la présence de ces formes en Algérie (2) et en y ajoutant les trois espèces draguées par M. Marion et que je n'ai pu retrouver (*Lysianassa spinicornis*, *Iphimedia obesa*, *Ampelisca lævigata*), nous arrivons à un total de quarante-neuf espèces d'Amphipodes.

En dehors des deux formes nouvelles décrites dans ce travail, neuf de ces espèces sont signalées pour la première fois en Méditerranée (3) :

Hyale Lubbockiana.
Orchomene Batei.
Urothoe marina.
Atylus Swammerdami.
Calliopius norvegicus.
Elasmopus latipes.
Amathilla Sabinei.
Ptilocheirus tricristatus.
Photis longicaudatus.

Toutes ces espèces se retrouvent sur nos côtes de l'Océan, sauf *Hyale Lubbockiana*; bien que je n'aie pas encore recueilli dans l'ouest de la France cette forme des mers d'Angleterre, sa présence en Algérie n'a rien qui puisse surprendre; elle est, en effet, commune sur la côte de Portugal et j'ai eu occasion d'en examiner de nombreux spécimens, recueillis à Granja par M. le professeur Paulino d'Oliveira (4).

D'autre part, les travaux récemment publiés (5) permettent de réduire le

(1) *Vibilia Jeangerardi*, *Phronima sedentaria* et *Typhis ovoïdes* sont des espèces pélagiques; la pêche au filet fin, effectuée à la surface et entre deux eaux le long de la côte d'Algérie, permettrait certainement de capturer d'intéressantes formes d'Hypérines, les espèces actuellement connues en Méditerranée étant déjà fort nombreuses, bien que le détroit de Messine ait seul été sérieusement exploré à ce point de vue. Il y a encore là une mine bien riche à exploiter.

(2) J'ai dit plus haut ce que je pensais de *Talitrus platycheles*. *Orchestia* (*Orchestoidea*) *Fischeri* et *Gammarus Peloponnesius* sont des espèces douteuses et V. Carus ne les cite que pour mémoire dans son *Prodromus faunæ mediterraneæ*.

(3) Les genres *Urothoe* et *Amathilla* n'étaient pas encore représentés dans les eaux méditerranéennes. Un examen attentif des organes de la bouche permettrait seul de décider si quelques-unes des formes d'*Anonyx* décrites par Heller doivent être rapportées au genre *Orchomene*; en tous cas, *Anonyx minutus*, Kröy, signalé dans l'Adriatique par Heller et par Nebeski, est incontestablement un *Orchomène*.

(4) *Atylus Swammerdami*, *Calliopius norvegicus*, *Amathilla Sabinei* habitent aussi la côte de Portugal.

(5) *Hyale Schmidti* a été recueilli aux Açores par M. de Guerne (voir E. CHEVREUX, *Troisième campagne de* L'HIRONDELLE, etc.). M. Adrien Dollfus a trouvé récemment *Hyale Perieri*, *Hyale camptonyx* et *Dexamine spiniventris* à Saint-Jean-de-Luz (voir E. CHEVREUX, *Contribution à l'étude de la distribution géographique des Amphipodes sur les côtes de France*, Bull. de la Soc. d'études sc. de Paris, 1888). Enfin, M. Barrois (*Note préliminaire sur la Faune carcinologique des Açores*) signale la présence de *Mæra scissimana* dans ces îles.

nombre des espèces non contestées, spéciales à la Méditerranée, aux suivantes :

Orchestia Montagui.
Dexamine leptonyx.
Amphithoe penicillata.
Amphithoe Vaillanti.
Caprella dentata.

On voit donc que la faune algérienne présente de nombreuses affinités avec celle de l'Océan. Le voisinage du détroit de Gibraltar explique facilement la propagation des espèces océaniques en Algérie; on sait, en effet, qu'un violent courant de surface parcourt constamment le détroit de l'ouest à l'est, tandis qu'un courant inférieur existe en sens inverse; les formes d'eau profonde ne peuvent donc pénétrer que difficilement en Méditerranée (1), mais les espèces littorales, comme celles qui nous occupent, ont toutes facilités pour s'y propager, ne serait-ce que sur les épaves et les Algues flottantes continuellement charriées par le courant.

Au moment de corriger les épreuves de ce travail, un de mes aimables collègues de l'*Association Française*, M. le Dr Raphaël Blanchard, me communique un certain nombre d'*Orchestia* recueillies par lui à Sidi-Yahia, entre Biskra et Tougourt. Ces Amphipodes habitaient la terre humide, au fond d'un fossé desséché. Après un examen attentif, portant sur un grand nombre de spécimens (6 mâles, 43 femelles, presque toutes garnies d'œufs, et une vingtaine d'embryons récemment éclos), je n'ai pu relever aucun caractère morphologique assez saillant pour différencier la forme de Sidi-Yahia de l'*O. littorea* de la côte (2). Néanmoins, la taille de la forme terrestre est beaucoup plus petite (10 millimètres), ce qu'il faut peut-être attribuer aux conditions défavorables d'existence auxquelles elle est soumise pendant la saison sèche. Enfin, les six mâles recueillis affectent tous la forme des jeunes mâles d'*O. littorea* (3). La présence de ces Orchesties à une aussi grande distance de la mer (500 kilomètres environ) vient encore confirmer l'opinion que j'ai émise ci-dessus au sujet du *Talitrus platycheles*.

(1) La progagation de ces formes ne peut s'expliquer que par l'existence pélagique de leurs larves. La faune abyssale méditerranéenne étant fort pauvre dans les parages explorés jusqu'à présent, les exemples à citer sont peu nombreux; cependant, une Astérie des eaux profondes de l'Océan, *Brisinga endecacnemos* Abs., a été retrouvée en Méditerranée par 2,660 mètres.

(2) Le telson est cependant plus petit chez la forme de Sidi-Yahia, comparée à un type de même taille d'*O. littorea* de la côte; mais je considère cette légère différence comme insuffisante à caractériser une espèce.

(3) Blanc (*Die Amphipoden der Kieler Bucht*) admet deux formes de mâle adulte chez *O. littorea*: la plus petite est caractérisée par un nombre moins grand d'articles au fouet des antennes inférieures (14 au lieu de 17), et par l'absence de renflements aux pattes de la dernière paire. J'ai acquis la certitude que ce sont tout simplement des animaux plus jeunes. On trouve, en effet, dans une même colonie, toutes les formes intermédiaires. La modification porte d'abord sur le nombre d'articles du fouet des antennes; plusieurs de mes spécimens en ont dix-sept, sans présenter encore aucun renflement aux pattes; ce dernier caractère apparaît ensuite et s'accentue de plus en plus; chez les très vieux mâles, ces renflements dentelés atteignent des proportions considérables et le quatrième article devient beaucoup plus large que long.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

(Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire.)

1. *Orchestia incisimana.* — ♂ adulte.
2. Patte gauche de la deuxième paire, vue du côté externe.
3. *Ampelisca serraticaudata.* — ♀
4. Patte de la première paire.
5. Patte de la deuxième paire.
6. Patte de la troisième paire.
7. Patte de la sixième paire.
8. Patte de la septième paire.
9. Dernière paire de pattes sauteuses et telson.

M. Paul PALLARY

Professeur, à Sidi-Bel-Abbès (département d'Oran).

LES MONUMENTS MÉGALITHIQUES DANS L'ARRONDISSEMENT DE BEL-ABBÈS

— *Séance du 30 mars 1888* —

Peu de tribus en Algérie renferment une aussi grande quantité de sépultures préhistoriques et de ruines berbères que celle des Djaffra-Touama et M'Hamid, qui dépend de la commune mixte de Daya.

A douze kilomètres environ à l'est de Sidi-Yahia, sur la rive droite de l'Oued Oungreiz, et sur un rocher, ancien pli du Djebel Adaïm, se trouve une ancienne construction fort remarquable, désignée par les Arabes sous le nom de Déchera M'ta el Sultan, avec des murs de 2ᵐ,50 d'épaisseur, sur près de 45 mètres de long de chaque côté, en pierres grossièrement taillées. Ce monument ressemble beaucoup à ceux désignés sous le nom de Djeddar et que l'on aperçoit dans les environs de Frendah.

Tous les mamelons qui environnent la Déchera sont couronnés par des enceintes circulaires : cromlechs et tumuli. Au sud-est et près de la smala du Télagh, se trouve une autre Déchera semblable à la précédente avec des murs de 35 mètres de côté et de 2ᵐ,40 d'épaisseur. A la naissance de l'Oued Telagh et à la hauteur de la fontaine des quatre cents mètres existe une autre Déchera. A Aïn-Kachbak et sur les hauteurs environnantes, on aperçoit des dolmens et des tumuli en partie détruits. Au centre de la forêt de Tendfelt, au lieu dit Aïn-Tafessour, point excessivement remarquable pour un archéologue, dans une plaine de plusieurs centaines d'hectares, on rencontre, à tout instant, des ruines d'habitation affectant une fsrme carrée, presque toutes isolées, et sur les

mamelons le même type circulaire que précédemment. A Aïn-Nours, à cinq kilomètres plus haut et sur le même ravin, ruines de forme quadrilatérale, nombreux tumuli, cromlechs d'un diamètre moyen de 4 à 6 mètres.

Il y a parfois, au-dessous des décombres, de larges dalles placées horizontalement et contiguës, formant un espèce de dolmen enterré et recouvert d'un tumulus comme les types du Maroc. Le mamelon le plus rapproché d'Aïn-Hallouf, au sud-est du Télagh, est un point où les fouilles pourront bien amener quelques découvertes.

Au sommet même du Thessalah, se trouvent les ruines d'une ancienne ville berbère et celles d'un fort romain. Près de là, on remarque la présence d'allées en pierres, analogues à celles de l'Ouisert, de cromlechs et d'entourages circulaires.

En terminant cette courte note, je remercie M. Beuzelin, qui m'a fourni une grande partie de ces renseignements.

M. Gabriel CARRIÈRE

Attaché au Service de la carte géologique de l'Algérie, à Oran.

STATIONS PRÉHISTORIQUES DU DÉPARTEMENT D'ORAN

— Séance du 30 mars 1888 —

Les courses que j'ai faites pour établir la carte géologique de la région du Sig et des voyages fréquents sur divers points du département d'Oran m'ont permis de constater l'existence de quelques stations préhistoriques, où j'ai recueilli les objets qui caractérisent l'industrie primitive de l'homme. Leur analogie de formes avec les types déjà connus est évidente, comme on peut en juger par l'examen des planches où j'ai réuni des échantillons provenant de divers points. — Ici, comme ailleurs, les premiers tâtonnements, ceux qui se rapportent à des outils que leur gisement permet de considérer comme les plus anciens, ont produit le type chelléen, très grossier à Ternifine, plus soigné à Housidan (près Tlemcen).

Les époques suivantes sont aussi représentées; nous avons, comme en France, les formes moustériennes, solutréennes et celles de l'époque de la pierre polie. Toutefois, les objets recueillis jusqu'ici sont moins soignés en général et de plus faible dimension que les outils ramassés en France.

Il m'a paru intéressant en recueillant, les documents qui concernent

la carte géologique, dont mon vénéré maître, M. Pomel, m'a confié l'exécution, de jalonner en quelque sorte les lieux fréquentés par l'homme aux époques primitives. Si des chercheurs patients veulent, sur ces points, se livrer à des recherches minutieuses, ils recueilleront des matériaux plus complets, en fouillant, par exemple, les grottes qui avoisinent les lieux désignés.

Cela dit, je commence la description des stations; celles qui ont été déjà signalées seront indiquées par un astérisque. Je n'ai pas l'intention de citer tous les points où des restes de l'industrie primitive ont été recueillis, mais seulement quelques localités qui méritent des explorations plus suivies.

Ces documents serviront plus tard à l'établissement d'une carte analogue à celle que le savant sous directeur du Muséum de Lyon, M. Ernest Chantre, a dressée pour le Dauphiné.

*TERNIFINE (PRÈS MASCARA)

Station décrite par M. Pomel, directeur de l'École supérieure des Sciences à Alger. (*Bulletin de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.* Congrès d'Alger.)

Signalée pour la première fois par le Dr Tommasini dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie.*

Instruments de type chelléen en quartzite et en grès dur, grossièrement taillés, os incisés.

Elephas atlanticus, Rhinoceros mauretanicus, Hippopotamus....., Hyœna....., *Equus.....* etc. Le musée d'Oran possède une série d'ossements et quelques objets recueillis dans cette station qui mériterait de nouvelles recherches en raison de son caractère d'ancienneté.

MAOUSSA ENTRE TERNIFINE ET MASCARA

Sur les flancs d'un ravin, à gauche de la route de Ternifine à Mascara. Silex taillés en pointes, haches en pierre polie (diorite) (*voyez* fig. 1 et 2).

*PLATEAU DE RAZ-EL-MA, AU-DESSUS DE MASCARA ET A TROIS KILOMÈTRES ENVIRON DE CETTE VILLE

Signalée pour la première fois par M. le Dr Tommasini, décrite dans le *Bulletin de la Société de Géographie* (année 1886, fascicules XXIV et XXX).

Grattoirs, pointes de flèches, formes moustériennes et solutréennes, et, non loin du même endroit mais tout à fait à la surface, haches en pierre polie, de forme longue et cylindrique, pointes polies. On y a recueilli aussi un caillou de quarante centimètres environ de diamètre où l'on a creusé une dépression, achevée par un polissage très soigné. Cet objet appartient au Musée d'Oran.

AUTRES STATIONS DES ENVIRONS DE MASCARA OU L'ON TROUVE DES OBJETS ANALOGUES

Saint-Hippolyte au-dessus des Beni-Chougran, champ de manœuvres, Saint-André de Mascara. (Signalées également par M. Tommasini.)

*HOUSIDAN (PRÈS TLEMCEN)

Grottes creusées sous le tuf, décrites dans une brochure spéciale par M. le Dr Bleicher, qui les a visitées sur les indications de M. Chancogne, banquier à Tlemcen :

Outils en calcaire et en quartzite de type chelléen, taillés tantôt sur une face, tantôt sur deux et généralement soignés.

PLATEAU DE LALLA-SETI, AU-DESSUS DU VILLAGE DE BOU-MÉDINE, PRÈS TLEMCEN

Grattoirs de forme moustérienne, pointes. Ces objets sont en quartzite ou en calcaire dur. J'ai recueilli une hache polie en schiste dur siliceux sur les bords du ruisseau qui coule au sommet du plateau.

SOURCE D'AÏN-EL-FEURD, PLATEAU DE SIDI-BEN-GADDA, A VINGT KILOMÈTRES ENVIRON DE LA VILLE SAINT-DENIS-DU-SIG.

(*Voir* la carte de l'Etat-Major au $\frac{1}{50.000}$)

Sur les berges de la rive gauche et tout près de la source qui donne naissance au ruisseau, j'ai recueilli des outils en grès dur et des outils en silex, tous grossièrement taillés. Certains étaient en place sous une mince couche de graviers. Sur diverses éminences du plateau d'El-Gadda, on voit des tumuli et fréquemment j'ai recueilli des silex taillés à la surface du sol.

ENVIRONS DE SAINT-LUCIEN

Entre l'Oued Tlélat (en dessous du village de Saint-Lucien) et l'ancien télégraphe du Tlélat, on trouve des quartzites et des silex taillés, principalement sur les chemins, au bas des pentes lavées par les eaux pluviales. Le silex et les quartzites sont étrangers à la constitution du sol sur ces points. Les quartzites paraissent venir du massif montagneux qui s'étend entre Oran et Mers-el-Kébir. C'est le point le plus rapproché pour les roches de cette nature que j'ai rencontrées à l'état d'objets grossièrement travaillés dans des lieux assez éloignés du gisement d'extraction.

BARRAGE SITUÉ A SIX KILOMÈTRES ENVIRON DE SAINT-LUCIEN, SUR LE COURS DE L'OUED MEKEDRA

Sur les berges, en dessous de Dar-de-ben-Aouda (*voir* la carte de l'État-Major au $\frac{1}{50.000}$, feuille du Sig), et sur divers points en remontant le cours de la rivière on recueille des quartzites et des silex taillés. J'y ai ramassé un grattoir, sur lequel on a enlevé un éclat pour faciliter l'application du pouce. Sur la rive gauche, quelques grottes ouvertes dans le massif montagneux d'El-Ksar mériteraient d'être explorées. Les sources avoisinantes sont un indice suffisant de la probabilité du séjour de l'homme et, sur les bords d'Aïn-Mourdeur, j'ai recueilli des silex taillés.

La majeure partie de la région embrassée par la feuille du Sig est constituée par des terrains qui sont sujets à des éboulements continuels. Ce sont des chaînes parallèles dirigées du nord-est au sud-ouest, appar-

tenant aux terrains helvétien, sahélien, pliocène et quaternaire. Les parties marneuses occupent la plus large place.

Les cours d'eau, qui traversent ces terrains, ont leurs berges recouvertes incessamment par les matériaux qui glissent des pentes. Il est aisé d'en conclure que, si des objets ont été abandonnés par les êtres qui fréquentèrent ces rives, ils ont depuis longtemps disparu et que les recherches sur les points ainsi recouverts ne peuvent donner de résultats.

Dès qu'on sort de la zone montagneuse pour gagner la plaine, on rencontre une série de mamelons, dont l'importance s'atténue de plus en plus jusqu'au milieu de la vallée. Ce sont des alluvions anciennes, dépôts limoneux, argilo-sableux, mélangés de débris calcaires et de graviers, ces derniers surtout à la partie inférieure. Un banc de tuf, d'épaisseur variable, mais qui peut atteindre un mètre sur certains points, recouvre cette formation; ce sous-sol très fixe permet aux objets d'être conservés près de leur point d'abandon. Aussi, y rencontre-t-on fréquemment des silex et des quartzites taillés avec des débris de roches dures apportées souvent de fort loin.

ROUTE DE LOURMEL AU POLYGONE. DJEBEL MZAÏTA

En dessous de la route, côté gauche en allant de Lourmel au Polygone, et sur les rives du ruisseau, des outils en jaspe et en calcédoine attirèrent mon attention. La nature sédimentaire du sol sur ces points ne comporte pas les substances que je viens de nommer. Mais, à quelques kilomètres plus loin et sur le côté droit de la route, on aperçoit la nappe basaltique qui recouvre les terrains tertiaires et la chaîne trachytique, d'où proviennent les jaspes et les calcédoines, s'étend non loin de là jusqu'à la mer.

C'est au pied des basaltes et près de leur contact avec les terrains sédimentaires qu'est la station que j'ai découverte en compagnie de mon ami Flamman, qui venait étudier les roches éruptives de la région. Les outils y sont abondants: lames avec pédoncule pour l'emmanchement, grattoirs, têtes de lances. Cette région mériterait d'être visitée avec soin. La proximité de la côte, des sources fréquentes, la présence de matériaux propres à la confection des outils font présumer qu'il existe des traces plus nombreuses et plus instructives du séjour de l'homme dans ces parages.

RAVIN AÏN-ZELAXEN (PRÈS MERCIER-LACOMBE)

Sur des coteaux exposés au levant et près de la source Aïn-Sfisser, nombreux éclats, racloirs, pointes. Signalée par M. Feningre, ingénieur civil à Oran.

Autre station au lieu dit les Figuiers-de-Boumouna, entre Mercier-Lacombe et Sidi-Bel-Abbès. Signalée par M. Feningre.

SEBDOU

Au-dessus du cimetière français, j'ai recueilli une belle hache en pierre polie forme dite en boudin, avec quelques objets en silex et en calcaire dur.

Entre Zéliffa et Zerouela, rive droite de la Mekerra, sur les plateaux qui dominent la rivière, on trouve des silex taillés en pointes triangulaires et des grattoirs retouchés d'un seul côté.

ENVIRONS D'ORAN

Atelier d'Eckmuhl (au Polygone d'artillerie).

Diverses grottes ouvertes dans le massif sahélien du Polygone à la source Noiseux.

Grotte du Bois-des-Planteurs sur les pentes du ravin qui longe le chemin aboutissant au fort de Santa-Cruz.

Falaises de Gambetta et champs environnants.

Plateau du Djebel Murdjadjo.

Ces divers points, où l'on recueille des quartzites et des silex taillés, ont été déjà signalés dans le *Bulletin de la Société de géographie d'Oran*. On n'y a pas trouvé, jusqu'ici, d'instruments en pierre polie, mais quelques beaux fragments de poteries, ornées de dessins symétriques, analogues à ceux des stations françaises de l'époque néolithique, ont été recueillis dans une grotte voisine de l'atelier d'Eckmuhl, associés à des silex taillés, à des aiguilles en os et à des coquillages marins découpés et perforés.

Je reproduis les objets les plus intéressants (fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12). Il est certain qu'en pratiquant quelques fouilles dans les grottes que je mentionne, on recueillerait d'autres documents. Des outils en os, que l'on peut voir au Musée d'Oran (fig. 3, 4), montrent qu'il existe sous les terreaux cendreux, accumulés dans les cavités des montagnes, des objets différents de ceux des stations en plein air, où tout ce qui n'est pas d'une consistance dure n'a pas résisté aux agents de détérioration. Les débris de coquillages marins amoncelés indiquent la préférence des populations préhistoriques pour ce genre de nourriture.

Dans l'état actuel de nos connaissances, je crois qu'il serait imprudent d'établir une classification quelconque pour définir l'ancienneté relative de ces stations, en comparant les objets recueillis aux types analogues de l'Europe.

Si la station de Ternifine est bien caractérisée par l'association des instruments de forme chelléenne avec des débris d'animaux disparus de la région et qui sont même, en partie, différents des espèces connues de l'Afrique équatoriale, il n'en est pas de même pour les autres lieux que je viens de citer.

Sur divers points, on constate une grande variété de types, qui sont certainement de la même époque. Tels sont ceux des environs d'Oran où les pointes et les grattoirs à pédoncule abondent, mélangés avec des formes nettement moustériennes.

La présence de la poterie dans les mêmes couches qui contiennent des

silex taillés pourrait faire supposer que les grottes des environs d'Oran ont été occupées à une époque qui correspondrait à celle de la pierre polie, et cependant les haches si caractéristiques de cette époque font défaut (1).

Si l'usage des métaux paraît de date plus ancienne en Afrique qu'en Europe, l'emploi de la pierre polie a été cependant général et de longue durée avant l'importation du précieux auxiliaire.

Cette idée s'est encore affermie dans mon esprit après le voyage que j'ai fait aux Hauts-Plateaux, en compagnie de mon ami le Dr Manouvrier, professeur à l'École d'anthropologie.

En traversant le département d'Oran, du nord au sud, jusqu'au Chott El-Chergui, fréquemment j'ai recueilli des restes de l'industrie primitive.

Sur les Hauts-Plateaux, dans les étendues monotones de la mer d'alfa, les parties du sol, que la plante n'a pas envahi, m'ont laissé voir, sur bien des points, des débris de roches siliceuses grossièrement travaillées. Ce sont des calcédoines, des quartzites diversement colorées, des silex, des grès durs, sur lesquels les indices de travail sont évidents.

J'en ai recueilli principalement sur les pentes des dépressions où s'amassent les eaux pluviales et sur les bords des rédirs où les Arabes viennent camper, se déplaçant dès que le peu d'eau vaseuse, qui sert de boisson pour eux et leurs troupeaux, a disparu.

Je signale aux chercheurs, désireux d'accroître le domaine des connaissances anthropologiques et archéologiques (car il est à présumer que l'on pourra y recueillir des objets travaillés et des débris humains), une série de tumuli que je n'ai pas pu fouiller.

LISTE DES POINTS OU J'AI REMARQUÉ DES TUMULI

(Voir la carte de l'État-Major au $\frac{1}{50.000}$, feuille du Sig et feuille d'Arbal.)

1° *Feuille du Sig.* — Forêt de Muley-Ismaël, El Djira, près du point trigonométrique, à l'altitude 352, 330 et sommets voisins.

Au-dessus de la station de la mare d'eau, Hammar, Melloula ; sommets : 376, 479, 505, 506, 488, 503.

Plateau de Sidi-ben-Gadda, sur les crêtes qui dominent la vallée de l'Oued Sidi-Mebtouhé.

Dar-de-ben-Aouda, au-dessus du barrage du Tlélat, sommets 385 et voisins.

Massif d'El-Ksar, près de l'ancien télégraphe.

2° *Feuille d'Arbal.* — Sur la crête de la chaîne à gauche de la station d'Arbal, en allant d'Oran à Alger.

(1) J'avais écrit ces lignes lorsque de nouvelles fouilles m'ont permis de recueillir, dans une des grottes qui avoisinent le polygone d'artillerie, aux environs d'Oran, une hache en diorite polie. Elle gisait dans la même couche qui contenait les poteries ornées et les aiguilles en os.

Cette hache, de forme oblongue, à section cylindrique (forme dite en boudin), est d'un type similaire à celle que j'ai recueillie à Seledou et à celles que M. Tommasini a trouvées à Mascara. Elle est ébréchée vers les extrémités, ce qui indiquerait un objet de rebut abandonné après un long usage.

Au-dessus du village de Tafaraoui, entre Aïn-Gouraï et l'Oued El-Onghel.
Aux abords de Aïn-bel-Hadef.

J'ai noté d'autres tumuli aux environs de Daya, Bedeau, Sebdou et Tlemcen.

Les indigènes, que j'ai consultés en diverses occasions au sujet de ces tumuli, les appellent partout les tombeaux des djoualah (les tombeaux des païens). Ils m'ont raconté que des Marocains avaient fouillé ces sépultures, dans l'espoir d'y trouver des trésors. Le Dr Tommasini a recueilli les mêmes indications en plusieurs localités. Plusieurs, en effet, ont, au centre, une dépression qui indique l'ablation d'une partie des matériaux, mais j'en ai vu qui sont intacts.

Ces tumuli sont constitués par une ou deux rangées de pierres brutes, plantées verticalement en cercle. Le centre a été rempli avec d'autres pierres jetées pêle-mêle. Parfois, il y a une série de cercles concentriques.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Maoussa (collection Feningre).	1	Pointe à cran en quartzite grise.
	2	Pointe en silex blond.
Grottes d'Eckmuhl, près le polygone d'artillerie, à Oran. (Musée d'Oran).	3	Cet objet en os poli est peut-être une sorte de lissoir qui servait à lisser les poteries et à tracer sur l'argile les dessins symétriques que l'on voit sur les fragments de vases recueillis dans les grottes d'Eckmuhl, aux environs d'Oran. Le musée d'Oran possède plusieurs exemplaires du même type.
	4	Aiguille en os poli.
Atelier d'Eckmuhl, au polygone d'artillerie, près d'Oran. (Collection Carrière).	5	Racloir en silex blanc recouvert d'incrustations colorées par de l'oxyde de fer.
	6, 7	Racloirs à pédoncule en quartzite.
	8	Pointe de flèche à cran et à pédoncule, en silex blanc.
	9, 10, 11	Grattoirs à pédoncule arrondis à l'extrémité (type fréquent à l'atelier d'Eckmuhl). Les nos 9 et 11 sont en silex, le no 10 en quartzite.
	12	Pointe à cran et à pédoncule en silex blond.

N. B. — Tous ces objets sont taillés sur une seule face. Pour les outils en quartzite, on a utilisé de préférence non pas la roche brute qu'on aurait pu extraire des bancs que l'on rencontre en allant d'Oran à Mers-el-Kébir, mais des quartzites roulées recueillies sur le rivage marin. Les faces arrondies de certains outils le montrent nettement (Reproduction au 9/10e grandeur naturelle).

M. Philippe SALMON et M. le D[r] FICATIER
A Paris. A Auxerre.

L'YONNE PRÉHISTORIQUE

— Séance du 30 mars 1888 —

Le présent travail a pour but de contribuer à l'établissement d'une topographie préhistorique générale en France. Déjà le volume du Congrès de Grenoble (1885) renferme une étude semblable, de M. Chantre, sur le Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes). Des publications analogues ont été faites ailleurs sur d'autres départements : Aube, Cher, Dordogne, Hérault, Indre, Loire-Inférieure (arrondissement de Nantes), etc.

Pour l'intelligence de nos tableaux et de notre carte, nous donnons ici la légende internationale des signes paléoethnologiques :

SIGNES :

- Caverne, grotte, souterrain, abri naturels.
- Plusieurs grottes ou abris naturels.
- Plusieurs grottes ou abris naturels faux.
- Grotte, souterrain creusés de main d'homme.
- Grotte naturelle sépulcrale.
- Grotte naturelle fouillée ayant révélé une sépulture à inhumation.
- Menhir véritable ou pierre dressée.
- Pierre à écuelles ou à bassins.
- Faux menhir.
- Menhir dégradé.
- Menhir détruit.
- Faux menhir détruit.
- Dolmen, allée couverte.
- Dolmen détruit.
- Faux dolmen.
- Tumulus.
- Plusieurs tumulus.
- Faux tumulus.
- Plusieurs faux tumulus.
- Tumulus détruit.
- Tumulus fouillé et détruit.
- Sépulture.
- Fausse sépulture.
- Plusieurs sépultures.
- Très grand nombre de sépultures.
- Sépulture par inhumation.
- Plusieurs sépultures à inhumation.
- Cimetière par inhumation.
- Camp, enceinte, oppidum.
- Faux oppidum.
- Découverte d'objet isolé.
- Plusieurs objets isolés.
- 5 Cinq découvertes d'objets isolés.
- Découverte d'objets réunis.
- Atelier, fonderie.
- Station.
- Polissoir.

COULEURS :

Jaune brun.... âge de la pierre paléolithique
Vert........... âge de la pierre néolithique.
Rouge......... âge du bronze.
Bleu.......... âge du fer.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE		AGES DES MÉTAUX		OBSERVATIONS
				Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	
Aillant-sur-Tholon.	Pierre-Fitte.	Aillant-sur-Tholon.	Joigny.		Δ			*Congrès archéol.* … *France*, vol. de … p. 14. *Bull. de la Soc.* … *Sc. hist. et natur.* … *l'Yonne*, 1863, p. …
dº	La Grande-Borne.	dº	dº		Δ			Quantin, *Répert. ar*… *chéol. de l'Yonne.* *Dict. archéol. de la* … *Gaule*, époque celtique…
dº		dº	dº		♦			Renseignements fournis par M. Cancalo…
Andryes.		Coulanges-s-Yonne.	Auxerre.				⌓	*Bull. de la Soc.* … *de l'Yonne*, 1868, p. …
Annay-sur-Serein.	Bois de l'Aflichot.	Noyers.	Tonnerre.	✡				M. Belgrand, la Se… p. 159, 210, 227…
Appoigny.	Pierre-de-Saint-Martin.	Auxerre.	Auxerre.		Δ,			Quantin, *Répert.* … *chéol. de l'Yonne.* *Dict. archéol. de* … *Gaule*, époque celt…
dº	Les Bries.	dº	dº			⊔+	⊔+	Dr A. Ficatier, …
dº	dº	dº	dº		✡			Marcel Bonneville…
Arces.	La Renardière.	Cerisiers.	Joigny.	Δ+				Coll. de M. Ph. Sa… Ph. Salmon. *Dict.* … *chéol. de l'Yonne*, p…
dº	Croix-St-Michel.	dº	dº		◊			Même collection… même source.
dº		dº	dº		Δ+			Quantin, *Répert.* … *chéol. de l'Yonne.*
Arcy-sur-Cure	Grotte des Fées.	Vermenton.	Auxerre.	∩	∩			MM. d'Assy, … neau-Desvoidy, Mo… Eamy. *Bull. de la Soc.* … *des Sc. de l'Yonne*, … p. 239 et 279. M. Monceaux, *B*… *de la Soc. des Sc.* … *l'Yonne*, 1858, p. … M. de Vibraye, *B*… *la Soc. Polymathique* … *Morbihan*, 873, p. … *Dict. archéol. de la* … *Gaule*, époque celtique… p. 74. MM. Perde, Cotteau … Moreau, *Bull. de la Soc.* … *des Sc. de l'Yonne*, … p. XXXII et XLVI. M. Belgrand, *la Se*… p. 208. M. Savatier-Laroche… *Bull. de la Soc. des Sc.* … *de l'Yonne*, 1864, p. …

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE DE LA PIERRE: Paléolit.	AGE DE LA PIERRE: Néolith.	AGES DES MÉTAUX: Bronze	AGES DES MÉTAUX: Fer	OBSERVATIONS
...rcy-sur-Cure	Lac-Sauvin.	Vermenton.	Auxerre.				✕	M. Marcel Bonneville.
d°	Grotte du Trilobite	d°	d°	■				Dr Adr. Ficatier, Congrès de Nancy, 1886. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1886. *Almanach hist. de l'Yonne*, 1887.
d°	Grotte des Ours.	d°	d°	■				Dr Ficatier. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1887.
d°	Beugnon.	d°	d°			◆		M. Philippe Salmon. *Dict. Archéol.*
...gentenay.		Ancy-le-Franc.	Tonnerre.	■+		◡+		Signalées par M. Le Maistre, ancien percepteur à Tonnerre.
...quins.		Vézelay.	Avallon.				◡	*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1861, p. LVIII.
...gy.	Route entre Auxerre et Augy.	Auxerre.	Auxerre.		△			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1870, p. IX.
...xerre.	Ru Fagot.	Auxerre.	Auxerre.		Λ			*Congrès archéol. de France*, vol. de 1851, p. 201. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1861, p. 17.
d°	Sablière Faurax.	d°	d°	◊	◊			M. Poncelet à Auxerre.
d°	Thureau-du-Bar.	d°	d°		Λ			M. Ricque, le Menhir du Thureau-du-Bar. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1883.
d°	d°	d°	d°	◊				M. Berthelot, *Écho de l'Yonne* du 16 nov. 1875.
d°	Sablières de Saint-Amatre.	d°	d°		◊			M. Foucard, *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1872, p. VII.
d°	Rue d'Ardillière.	d°	d°		◊			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1860, p. LXXVI et 1869, p. XXVI.
d°	Le Souris.	d°	d°		◊			M. Poncelet, *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1875, p. XLIX.
d°	Auxerre.	d°	d°		△+	△		M. Machavoine, *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1874, p. LXI.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Néolith.	ÉPOQUES — AGES DES MÉTAUX — Bronze	ÉPOQUES — AGES DES MÉTAUX — Fer	OBSERVATIONS
Auxerre.	Jonches.	Auxerre.	Auxerre.			⊔		M. Ficatier, condu[...]teur des Ponts et Chau[...]sées. *Bull. de la So[...] des Sc. de l'Yonne*, 18[...] p. 411, et 1851, p. 12[...] *Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtiq[...]
d°	Carrières de la route de Lyon.	d°	d°			⊔+		*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1[...]
d°	Moulin-Rouge.	d°	d°			⊔		*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 18[...] p. XXVII, et 1869, p. [...]
Avallon.	Gargant.	Avallon.	Avallon.		Δ			M. Ph. Salmon, *Dict. archéol. du dép. de l'Yonne*, p. 25.
d°	La Mouillère.	d°	d°		Δ			
d°	Montmarte.	d°	d°		Δ			*Bull. de la Soc. d'[...] d'Avallon*, 1864, p. [...]
d°	Morlande.	d°	d°		Δ			
d°		d°	d°			Δ		Recueilli par M. [...] Montaut, ing. des Ponts et Chaussée. *L'Hom[me]*, journal illustré [des] Sciences anthropologiques du 10 juillet 18[...]
Avrolles.	Petit Frévaux.	Saint-Florentin.	Auxerre.	✡				
Bagneaux.		Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Δ			
Bassou.	Lit de l'Yonne.	Joigny.	Joigny.		Δ			
d°	d°	d°	d°	Δ				M. Delort. Congrès [de] Grenoble, 1885.
Beines.	La Chapelle Vaupelteigne.	Chablis.	Auxerre.		✡			
d°		d°	d°				⌓+	
d°		d°	d°				⌓+	
Bellechaume.		Brienon.	Joigny.	Δ	Δ			M. Philippe Salmon, *Dict. archéol. du dép. de l'Yonne*, époque celtique, p. 33 et 172.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
…lon.		Joigny.	Joigny.		△			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1872, p. XVIII et LXXI.
…gnon.	Chemin des Drillons à Neuvy-Sautour.	Flogny.	Tonnerre.		△			*Dict. archéol. de l'Yonne*, époque celtique, p. 35.
…igny-le-Carreau.		Ligny-le-Châtel.	Auxerre.		π			D[r] Ficatier.
…éneau.	Aux Bruneaux.	Bléneau.	Joigny.		△[4]			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1864, p. CXXXV.
…ours.	Pierre-Fritte.	Cerisiers.	Joigny.		△			M. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	Les Enfants.	d°	d°		△			
d°	Cultures.	d°	d°	◊	△[9]			*Dict. archéol. de l'Yonne*, M. Ph. Salmon, p. 36.
…ndes (les).	Dans les Cultures.	Villeneuve-sur-Yonne	Joigny.		△[+]			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*. *Bull de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1863, p. XLVI.
…ailly.		Saint-Florentin.	Auxerre.				☂	*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 15.
…anches.	Limite des communes d'Appoigny, Branches, Charbuy et Perrigny.	Aillant.	Joigny.		△			*Congrès archéol. de France*, 1851, p 201. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*. *Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtique. Signalé à Appoigny.
…ienon-l'Archevêque.	Cultures.	Brienon.	Joigny.	△	△			Philippe Salmon, *Dict. archéol. du dép. de l'Yonne*, époque celtique, p. 38. M. Belgrand, *la Seine*, p. 170, 228.
d°	Vallée de l'Armançon.	d°	d°	△				
…rion.	Coteaux.	Joigny.	Joigny.				◡	M. Vincent, *Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1876.
…osses.	Bois des Collerets.	Vézelay.	Avallon.				☂	Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Bussy-en-Othe	Surface du sol.	Brienon.	Joigny.	△+				M. Delort, prof. au collège d'Auxerre.
d°		d°	d°		△+			M. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Butteaux.		Flogny.	Tonnerre.		△			
Cérilly.	Surface du sol.	Cerisiers.	Joigny.	△+				Coll. de MM. [illegible] et Perdu.
d°	d°	d°	d°		⦶			*Note sur une pierre à polir les haches en silex*, par François Lenoir.
d°	d°	d°	d°	△+				Coll. de MM. Salmon et Peccadeau de l'Isle.
d°	d°	d°	d°		△+			Coll. de la Soc. acad. de l'Aube.
d°	Vieux verger.	d°	d°		△+			Quantin, *Répert. archéol.*
d°	d°	d°	d°		✡			d°
d°	d°	d°	d°	◈				Divers collectionneurs.
d°	d°	d°	d°		◈			d°
Cerisiers.	Territoire de la commune.	Cerisiers.	Joigny.	△ 29				M. Vielle, juge de paix à Cerisiers.
d°	d°	d°	d°	△ 21				d°
d°	d°	d°	d°		△ 451			d°
d°	L'Eclèche.	d°	d°		✡ 2			M. Philippe Salmon.
d°	Les Granges-Rouges.	d°	d°	△+				M. Philippe Salmon.
d°	Marquets.	d°	d°		△			Coll. de M. Boussard.
Cézy.	Ruisseau de Saint-Vrain.	Joigny.	Joigny.	△				M. Belgrand, *la Seine*, p. 170.
Chablis.	Vallée du Serein.	Chablis.	Auxerre.	[symbol]+				M. Marcel Bonneville.
Champcevrais	Carbon.	Bléneau.	Joigny.		△			Coll. de M. Pruneau.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE								
				ÉPOQUES				
				AGE de la PIERRE		AGES DES MÉTAUX		
COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Champigny-sur-Yonne.		Pont-sur-Yonne.	Sens.		Λ [2]			*Dict. archéol. de la Gaule.*
d°		d°	d°			△ [3]		*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, t. VII, p. 327.
Champlost.	Bois de la Corneille.	Brienon.	Joigny.		△			Coll. de M. Boussard. *Dict. archéol. de la Gaule.*
d°	Surface du sol.	d°	d°		△			Coll. de M. Ph. Salmon.
Chassy.	La Grande-Borne.	Aillant.	Joigny.		Λ			Signalé déjà à Aillant.
Chastellux.	Bois de la Chevrière.	Quarré-les-Tombes.	Avallon.		Λ			Renseignement dû à M. Marcel Bonneville.
Châtel-Censoir.	La Pierre-qui-Tourne.	Vézelay.	Avallon.		Λ			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°	Vaux-Donjon.	d°	d°			△		*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 4 avril 1854.
Châtel-Gérard	Forêt de Morcon.	Noyers.	Tonnerre.		Λ			
d°	Missery.	d°	d°				◠	*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1859, p. 362. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
Chaumont-sur-Yonne.	Rivière d'Yonne.	Pont-sur-Yonne.	Sens.	△				*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1858, p. 155.
Chaumot.	Surface du sol.	Villeneuve-sur-Yonne	Joigny.		△			Coll. de M. Lartet, *Matériaux pour l'histoire de l'Yonne*, 1866. p. 343.
Chemilly, près Seignelay.	Sablière du Château de la Motte.	Seignelay.	Auxerre.		△			Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1862, p. XXVIII. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.* *Dict. de la Gaule*, époque celtique.
Chéroy.	Les Gauloises.	Chéroy.	Sens.		△			Coll. de M. Marie.
d°	d°	d°	d°		△			Coll. de M. Ph. Salmon.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — Age de la pierre — Paléolit.	Néolith.	Ages des métaux — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Chéu.	Ferme de Mailly.	Saint-Florentin.	Auxerre.				⌓	*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 6…
Chigy.	La rue d'Ossery.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		$\triangle^{3}$			Coll. de M. Co…
d°	Surface du sol.	d°	d°		$\triangle^{2}$			Coll. de M. Ph. Sal-mon.
Coulours.		Cerisiers.	Yonne.	$\triangle^{+}$	$\triangle^{+}$			Coll. de MM. … Morel, Peccadeau … l'Isle et Ph. Salmon … *Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtique.
d°	Beauchêne.	d°	d°	$\triangle^{+}$				Coll. de M. Pres…
d°	Surface du sol.	d°	d°	$\triangle^{3}$	$\triangle^{20}$			Coll. de M. Dela… Guyard.
d°	Beauchêne et Villefroide.	d°	d°	$\triangle^{+}$	$\triangle^{+}$			Coll. de M. Ph. Salmon…
d°	Ravin de Longboyau.	d°	d°		✡			MM. Prestat et Ph. Salmon.
Courgenay.	Surface du sol.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.	△				Coll. de M. Lam…
d°	d°	d°	d°		△			
d°	Les Roches.	d°	d°		⦶			
d°	Issé.	d°	d°		⩚			*Répert. archéol. de la Gaule.*
Courtoin.	Cultures.	Chéroy.	Sens.	$\triangle^{+}$	$\triangle^{+}$			M. Salmon, *Dict. archéol*…
Dixmont.	Confins des territoires de Dixmont, Malay-le-Vicomte et Véron	Villeneuve-sur-Yonne	Joigny		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1851. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°	L'Enfourchure.	d°	d°		$\triangle^{+}$			Exposition universelle de 1867. N°s 2… 238, 246, 283 du *Catalogue de l'histoire du travail.*
d°	Surface du sol.	d°	d°	△	$\triangle^{+}$			Coll. de M. Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*, 64.
Dollot.	Surface du sol.	Chéroy.	Sens.		$\triangle^{+}$			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1865, p. … Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.* *Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtique.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
…omecy-sur-Cure.	Jardin du Château.	Vézelay.	Avallon.		△			Musée d'Avallon. Quantin. *Répert. archéol. de l'Yonne.*
…mecy-sur-le-Vault.		Avallon.	Avallon.				⚚	*Congrès archéol,* 1851, p. 201.
…yes.	Le Piton.	Courson-les-Carrières.	Auxerre.	▮				Quantin. *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°		d°	d°		△			Recueilli par M. Cotteau. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne,* p. 66.
…eau-les-…ores.		Joigny.	Joigny.		△			Donnée par M. Didelin au musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne,* 1870, p. XLVII.
…is.	La Sauvain.	Coulanges-sur-Yonne	Auxerre.				⚚	Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
…les.		Avallon.	Avallon.		△			Musée d'Avallon. Renseignement fourni par M. Bonneville.
…té-Loupière.	Limite d'Aillant, de Chassy et de la Ferté-Loupière.	Charny.	Joigny.		⍙			Signalé à Aillant. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne,* p. 68.
…tigny.	Bois de la Dame.	Coulanges-sur-Yonne	Auxerre.		▮			A. Ficatier, *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne,* 1886.
…y.	Surface du sol.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		△			Coll. de M. Delaune-Guyard.
d°	Ferme des Chatelliers.	d°	d°		△			Coll. de M. Morel.
d°	d°	d°	d°		⦶			
d°	Cultures. Chasse-profit.	d°	d°		⦶ △+			Coll. de M. Ph. Salmon.
…rigny.		Sergines.	Sens.		⍋			Signalé par M. Leberton. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Flogny.	Surface du sol.	Flogny.	Tonnerre.		△			Coll. de M. Philibert Lalande. Renseignement fourni par M. de Mortillet.
Foissy.		Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.	△+			◠	M. Giguet, *Congrès archéol. de Sens*, 1847.
Foissy.	Cultures à Clérimois.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		△+			Coll. de M. Lambert, *Dict. archéol. de l'Yonne*, Ph. Salmon.
d°	d°	d°	d°		△+			Coll. de M. Perrin, juge à Sens.
Fontaine-la-Gaillarde.	Surface du sol.	Sens.	Sens.		△+			Coll. de M. Lambert.
Fontaines.	Villanon.	St-Fargeau.	Joigny.		△			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 176.
»	Les Forêts.				△			
Fontenoy.	Surface du sol.	St-Sauveur.	Auxerre.		△+			Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 176.
Fouchères.	Surface du sol.	Chéroy.	Sens.		△			Renseignement fourni par M. Michelet. Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 72.
Fournaudin (Le)	Labours.	Cerisiers.	Joigny.	△+	△+			Coll. de M. Delaune-Guyard. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 72. Coll. de M. Morel. Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*. p. 72. Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1861, p. V. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
Fresnes.	L'Affichot.	Noyers.	Tonnerre.	◊				Voir Annay.
Gisy-les-Nobles.	Sablière.	Pont-sur-Yonne	Sens.			⌴ 2		*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 4 avril 1886.
Grange-le-Bocage.	La Pierre-qui-tourne ou la Pierre-aux-Rieux.	Sergines.	Sens.		△,			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°		d°	d°		△+			Signalés par M. Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, époque celtique.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Grimault.	Villiers-la-Grange et Archambault.	Noyers.	Tonnerre.				◡	Signalés par M. Le Maistre. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, époque celtique.
d°	Grandes-Gueules.	d°	d°		∩ 2			MM. Bonneville et Blin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, époque celtique.
Gron.	La Pierre-Percée.	Sens.	Sens.		Δ			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 202. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°		d°	d°		△+			Coll. de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, époque celtique.
Guerchy.	A quelques centaines de mètres à l'ouest du village.	Aillant.	Joigny.	✡				*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1886, vol. XL, séance du 6 juin.
d°		d°	d°		✡	◡+		Dr Ficatier, *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1888, séance du 12 février.
Guillon.	Surface du sol.	Guillon.	Avallon.	△+				Musée de St-Germain. *Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtique.
d°	Plateau de Montfaute.	d°	d°				⌓+	*Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtique.
d°	Sous Lavaux.	d°	d°	✡				*Matériaux pour l'histoire de l'homme*, 1869, p. 436. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1870, p. L.
d°		d°	d°		△+			Dr Ficatier (sa collection).
d°		d°	d°	△+				*Indicateur de l'archéologue*, 1872, p. 191.
d°	Fontaine Sainte-Marguerite.	d°	d°			◡		Musée d'Avallon. *Matériaux pour l'histoire de l'homme*, 1869, p. 435. *Dict. archéol. de la Gaule*, époque celtique.
Gurgy.	Cultures et surface du sol.	Seignelay.	Auxerre.		△+			Signalé par M. Le Maistre.
d°		d°	d°		△			Coll. de M. Quantin. *Congrès archéol. de France*, 1851, p. 203.
d°		d°	d°		△			M. Bonneville.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Gy-l'Évêque.	Métairie Foudriat	Coulanges-la-Vineuse	Auxerre.		△			Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, [illegible] p. LXXXIV.
Héry.	Côte-Chaude.	Seignelay.	Auxerre.		△			Coll. de M. [illegible] Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
dº	dº	dº	dº		△			Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc.* [illegible] *de l'Yonne*, 1861, p. [illegible] Exposition univers[illegible] de 1867, nº 27 [illegible] *talogue de l'histoire du travail*.
dº		dº	dº			△		Musée d'Auxerre. Exposition univers[illegible] de 1867, nº 361 de l'[illegible] *toire du travail*.
dº	Sur le territoire.	dº	dº		△+	△+		Coll. de M. [illegible] d'Héry, aujourd'hui [illegible] persée.
Island-le-Saulçois.	En Pierrotte.	Avallon.	Avallon.		⩚			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*, [illegible]
Jaulges.	Ferme de Mailly.	Saint-Florentin.	Auxerre.				⌓ 3	*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 14.
Joigny.	Les Bruyères.	Joigny.	Joigny.	✡				Coll. Ragobert, La[illegible] bert, Duret-Bertin.
dº	Surface du sol.	dº	dº		△+			Musée d'Auxerre. *Dict. arch. de l'Yonne*, époque celtique, p. [illegible] 177
Lignorelles.	Surface du sol.	Ligny-le-Châtel.	Auxerre.		△			Récolte de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Ligny-le-Châtel.		Ligny-le-Châtel.	Auxerre.		▮			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 201. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
dº	Villeneuve-Saint-Salve. Surface du sol.	dº	dº		△			Coll. de M. Bonneville. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 61.
Mailly-le-Château.		Coulanges-sur-Yonne.	Auxerre.			△+		Ficatier. Renseignements fournis p. M. Cha[illegible] chois, horlog. à Auxerre.
dº		dº	dº			◊		Une partie de la trouvaille est entre les mains de M. Leroy, mécanicien à Auxerre.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE		AGES DES MÉTAUX		OBSERVATIONS
				Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	
Malay-le-Roi.	Monthubert.	Sens.	Sens.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 201.
d°	Cultures.	d°	d°		△			Coll. de M. Delaune-Guyard.
Malay-le-Vicomte.	La Borne-Percée.	Sens.	Sens.		Λ			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 87.
Marmeaux.	Fontaine-St-Martin	Guillon.	Avallon.		▲			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1859, p. 363. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
Merry-la-Vallée	Cultures	Aillant.	Joigny.	△				Paul Bert.
Merry-s-Yonne	Pertuis-de-Magny.	Coulanges-s/-Yonne.	Auxerre.		△+			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.* Coll. de M. Vignon.
d°	Lit de la rivière.	d°	d°	△				M. Belgrand, *la Seine*, p. 150, 230. Coll. de M. Cotteau.
Marsangis.	Le Champ-des-Pierres.	Sens.	Sens.				⌴+	*Bull. de la Soc. archéol. de Sens*, 1851, p. 12.
Michery.		Pont-sur-Yonne.	Sens.		⋇2			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 88.
d°	Cour-Notre-Dame.	d°	d°		Λ			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1865, p. IX. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°	Cultures.	d°	d°		△+			Coll. de M. Lambert.
d°	Le Désert.	d°	d°		△			Coll. de M. Ph. Salmon. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 89.
Mézilles.	Confins des communes de Mézilles et d'Aquins.	St-Fargeau.	Joigny.				⌴	Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1861, p. LVIII.
Migennes.	Vernehoux.	Joigny.	Joigny.				△	*Bull. de la Soc. arch. de Sens*, 1861, p. 321.
Molinons.		Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.				⌓	Signalé à Foissy. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1865, p. IX. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°	Le Bois-aux-Loups	d°	d°	△				Coll. de Ph. Salmon. Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 90.
d°	Longues-Forêts.	d°	d°		△			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Moneteau.	Montaigu.	Auxerre.	Auxerre.		Λ			Signalé à Auxerre, Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.* Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°	Saint-Quentin.	d°	d°			△		Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. [illegible] Sc. de l'Yonne*, [illegible] p. LXXXIII.
d°	Alluvions de l'Yonne.	d°	d°	△				Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. [illegible]* de l'Yonne, 1874, [illegible]
Montacher.	Étang de la Rotie. La Pierre-Pointe.	Chéroy.	Sens.		Λ			*Annuaire de l'Yonne*, 1845, p. 147. *Congrès archéol.* [illegible] *France*, 1848, p. [illegible] *Bull. de la Soc. ar[illegible] de Sens*, 1862, p. [illegible]
Mont - Saint-Sulpice.	Limite des communes de Mont-Saint-Sulpice et de Vergigny.	Seignelay.	Auxerre.		Λ [2]			*Bull. de la Soc. [illegible] de l'Yonne*, 1864, p. [illegible]
d°	Usages.	d°	d°		△			*Bull. de la Soc. [illegible] de l'Yonne*, 1869, p. [illegible]
Neuvy-Sautour.		Flogny.	Tonnerre.		△			Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
d°		d°	d°		△+			Musée de Troyes. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Noé.	Montagne-de-Mont-hubert. La Borne-Percée.	Sens.	Sens.		Λ			*Congrès archéol.* [illegible] *France*, 1851, p. [illegible]
d°	Surface du sol.	d°	d°		△+			Coll. de MM. [illegible] et Viel. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Ormes (Les).	Bois de Bontin. La Pierre-Fritte.	Aillant.	Joigny.		Λ			Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
d°	Cultures, près de Fumerault.	d°	d°		△+			Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
Ouanne.	Pierrefite.	Courson.	Auxerre.	△+	△+			Journal *l'Yonne*, [illegible] du 16 février 18[illegible] [illegible]monneau.
Pailly.		Sergines.	Sens.		TY			Signalé par M. Leber[illegible]ton. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne*, épo[illegible]que celtique.
d°	Surface du sol.	d°	d°		△+			Coll. de M. Leberton. Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Paron.		Sens.	Sens.		△+			Coll. de M. Ph. Salmon. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, époque celtique.
d°		d°	d°		△+			Coll. de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*.
d°	Saint-Bond.	d°	d°			△+		Musée de St-Germain. Renseignement fourni par M. de Mortillet. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 97.
Perrigny-lès-Auxerre.	Limite d'Appoigny, Branches, Charbuy et Perrigny. Pierre de Saint Martin.	Auxerre.	Auxerre.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 201. Signalé à Appoigny.
Pierre-Perthuis.	La Pierre-Percée.	Vézelay.	Avallon.		Λ,			Renseignement fourni par M. l'abbé Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 98.
Piffonds.	Ferme des Vauluisants.	Villeneuve-sur-Yonne.	Sens.		△			Coll. de M. Duflot. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 98.
Pimelles.	Point de jonction des territoires de Baon, Cruzy, Pimelles et Tanlay.	Cruzy.	Tonnerre.		Λ			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1859, p. 363 et 549.
Pisy.	Bois de Glanon.	Guillon.	Avallon.		Λ 2			Signalés par M. E. Petit
	La Roche-des-Fées ou la Margot-du-Bois.				△			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1859, p. 363 et 459.
Plessis-Saint-Jean.	Surface du sol.	Sergines.	Sens.		△+			Coll. de MM. Leberton et Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 99.
Poilly-sur-le-Serein.		Noyers.	Tonnerre.		▲			Signalée par MM. Bonneville et Blin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 100.
Pont-s.-Vanne	La Pierre-au-Diable.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 202.
d°	La Pierre-Cagée. (Détruit.)	d°	d°					M. Bréard. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 100.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE: Paléolit.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE: Néolith.	ÉPOQUES — AGES DES MÉTAUX: Bronze	ÉPOQUES — AGES DES MÉTAUX: Fer	OBSERVATIONS
Pont-s.-Yonne	Hauts-Bords.	Pont-sur-Yonne.	Sens.		⩚ Δ			Fouillé en 1858. Renseignements recueillis sur place par M. Ph. Salmon. *Moniteur universel*, 1er mai 1858. *Bull. de la Soc. archeol. de Sens*, t. VI, p. 307. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 18[illegible]. *Répert. archéol. de l'Yonne*, de M. Quantin. Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Postolle (La).	La Haute-Borne.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Λ			Signalés par M. l'abbé Prunier.
d°	La Roche-à-Chevillon.	d°	d°		Λ			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Précy-le-Sec.		Isle-sur-le-Serein.	Avallon.		Δ+			Récolte de M. Bo[illegible]ville. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1876, p. [illegible]
Prégilbert.		Vermenton.	Auxerre.	Δ+	Δ+			Le territoire de Prégilbert a été signalé par la commission de topographie des Gaules comme recélant des instruments en pierre. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Quarré-les-Tombes.	La Pierre-aux-Fées	Quarré-les-Tombes.	Avallon.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1852, p. 2[illegible]. *Annuaire de l'Yonne*, 1862, p. 226. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	Entre Quarré et Dun-les-Places.	d°	d°		Λ			Signalé par M. Baudoin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 1[illegible]
Quennes.	Montagne du Bois Renaud.	Auxerre.	Auxerre.				◓+	Musée d'Auxerre et coll. Duru. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 18[illegible], p. XXXIX et LVI.
Ravières.		Ancy-le-Franc.	Tonnerre.		Λ			Signalé par M. Pichenot. *Congrès archéol. de France*, 1848, p. 27.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Rebourceaux.		St-Florentin	Auxerre.		△			Coll. de M. Boussard. Renseignement dû à M. Michon. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 105.
Rosoy.	Surface du sol.	Sens.	Sens.		△			Coll. de M. Duflot. Renseignement fourni par M. Heurtefeu, ancien instituteur à Rosoy. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 105.
Savigny.	La Pierre-Aiguë.	Chéroy.	Sens.		Λ			Signalé au *Congrès archéol. de France*, 1846. p. 15.
do	Bois de la Gonardiere	do	do		Λ			Signalé par MM. Michelet et Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 106.
Seignelay.	Surface du sol.	Seignelay.	Auxerre.		△+			Coll. de MM. Ricordeau et Poncelet. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 107.
Sens.	Grève des bas niveaux de la rivière d'Yonne.	Sens.	Sens.	△				Musée de Sens. M. Debette. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 109.
do	Sablière, près la ville.	do	do	△				M. Humblot. M. Belgrand, *la Seine*, p. 170, 230.
do	Surface du sol.	do	do		△+			Coll. de MM. Bonneville et Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 109.
do	Champbertrand.	do	do		△+			Coll. de la Soc. archéol. de Sens.
do	Champbertrand.	do	do		△ 2			Coll. de MM. Juliot et Méry.
do	Petit Hameau.	do	do		△			Coll. de M. Ph. Salmon Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 109.
do	Faubourg Saint-Antoine.	do	do		△			do
do	Surface du sol.	do	do		△			Coll. de M. Lambert.
Sépeaux.	Pierre-Fitte.	St-Julien.	Joigny.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1848, p. 14, et 1851, p. 201. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1863, p. XLVI. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Sergines.		Sergines.	Sens.		Δ+			Coll. de M. Leberton. Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
Sièges (Les).	La Pierre-à-Colon.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Λ			Porté à Vaudeurs. Signalé par MM. [illegible]-rand et Goulvin. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°	Surface du sol.	d°	d°	Δ+				Coll. de M. [illegible]-quin. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°	Cultures.	d°	d°		Δ+			Coll. de MM. [illegible]-ville, Vielle et [illegible] Salmon.
Sognes.	Le Pas-Dieu.	Sergines.	Sens.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1848, p. 15. *Bull. de la Soc. des [illegible] de l'Yonne*, 1865, p. [illegible] Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
Sognes.	Surface du sol.	Sergines.	Sens.		⊔+		⊔+	Signalées par M. Pru-nier. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne.*
d°	Les Châteaux.	d°	d°		Δ+			Coll. de M. Leberton. Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
Sommecaise.	Bois de Boutin.	Aillant.	Joigny.		Λ			Porté aux Ormes. Signalé par M. Barin. Ph. Salmon. *Dict. ar-chéol. de l'Yonne*, p. 117.
Sormery.	Les Gravons ou le Vieux Sormery.	Flogny.	Tonnerre.		⊔+		⊔+	Découverte signalée par M. Le Maistre. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne.*
d°	Cultures.	d°	d°		Δ+			Musée de Troyes. Coll. de MM. Boussard et Salomon. *Mém. de la Soc. acad. de l'Aube*, 1861, p. 196.
d°	Bois de Sormery.	d°	d°		Δ+			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1865, p. L. Quantin, *Répert. ar-chéol. de l'Yonne.*
d°	d°	d°	d°					Coll. de M. Durel-Bertin. Ph. Salmon, *Dict. ar-chéol. de l'Yonne.*

DÉPARTEMENT DE L'YONNE								
				ÉPOQUES				
				AGE DE LA PIERRE		AGES DES MÉTAUX		
COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Soucy.	La Pierre-à-Matron	Sens.	Sens.		Λ,			Signalé par M. Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 118.
d°	Jouancy.	d°	d°		△			Recueillie par M. Guichard. Coll. de M. Pernolet.
d°	Cultures.	d°	d°		△+			Coll. de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*.
Sougères-sur-Sinotte.	La Pierre-qui-danse. Confins des territoires d'Auxerre, de Monéteau et de Sougères-sur-Sinotte.	Seignelay.	Auxerre.		Λ			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 119. Signalé à Auxerre.
Soumaintrain.	Surface du sol.	Flogny.	Tonnerre.		△+			Coll. de M. Brivois. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1865, p. L. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
Saint-Agnan.		Pont-sur-Yonne.	Sens.		Cromlech			Signalé par M. Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 120.
d°	Surface du sol.	d°	d°		△			Coll. de M. Poubeau. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 120.
Saint-Aubin-Château-Neuf.	Cultures.	Aillant.	Joigny.	△+				Recueillies par M. Bazin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 120.
d°	Fumerault, vallée de Stragolan.	d°	d°	△+	♦			Signalé par M. Quantin. Coll. de M. Bazin. *Répert. archéol. de l'Yonne*. Expos. univ. de 1867, *Catal. de l'Histoire du travail*, n° 249. M. Cotteau, *Congrès préhistorique de Paris*, 1867.
d°	Fleys.	d°	d°	△	♦			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1869, p. 8.
Saint-Cidroine	Grève des bas niveaux.	Joigny.	Joigny.	△				Musée d'Auxerre. M. Belgrand, *la Seine*, p. 170.
Saint-Clément	Ballastière du chemin de fer d'Orléans à Châlons.	Sens.	Sens.		△			Recueilli par M. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 122. Musée de St-Germain.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Saint-Denis.	Nolon.	Sens.	Sens.		△		⌣+	*Congrès archéol. de France*, tenu à Sens en 1847.
St-Florentin.		St-Florentin	Auxerre.				♔	Fouillés par MM. Bebelin, Michou et Salmon.
d°	Château-Martin.	d°	d°		✡			MM. Michou et Bebelin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 1..
d°	Maladrerie.	d°	d°		△			Musée d'Auxerre. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°	Grèves de l'ancien lit de l'Armançon.	d°	d°		△ 3			Données par M. Michou au musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 186., p. LXXVIII.
St-Florentin.	Près de la voie romaine d'Avrolles à Troyes.	St-Florentin.	Auxerre.		△			Musée d'Auxerre.
d°		d°	d°		△			Coll. de M. Hermelin. Ph. Salmon. *Dict. archéol: de l'Yonne*, p. 1..
Saint-Georges	Thureau.	Auxerre.	Auxerre.		△+			Recueillis par M. Foucart.
d°	Saint-Georges.	d°	d°		△+			Donnée par M. Baral au musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*. 1873, p. XII.
d°	d°	d°	d°		△+			Donnée par M. Machavoine au musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*. 1874. p. LXI.
Saint-Julien-du-Sault.	Pommesoies.	St-Julien-du-Sault.	Joigny.		Δ,			
d°	La Grosse-Pierre.	d°	d°		Δ,			Renseignements dus à M. Collet.
d°	La Grosse-Roche.	d°	d°		Cromlech			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 128.
d°	Les Ponteaux.	d°	d°		△+			
Saint-Léger.	La Pierre-qui-vire.	Quarré-les-Tombes.	Avallon.		Δ,			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1861, p. LXXXIV. Quantin. *Répert. archéol. de l'Yonne.*

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE		AGES DES MÉTAUX		OBSERVATIONS
				Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	
Saint-Martin-du-Tertre.		Sens.	Sens.				⌓ 2	Musée d'Auxerre. Musée de Sens. *Bull. archéol. de Sens*, 1851, p. 78. *Bull. de la Soc. des Sc. hist. de l'Yonne*, 1863, p. CII; 1865, p. 9. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	Cultures.	d°	d°		△+			Coll. de M. Lambert.
Saint-Martin-sur-Ocre.		Aillant.	Joigny.		△+			Signalé par M. Le Maistre.
d°		d°	d°			△+		Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1848, p. 422.
Saint-Martin-sur-Oreuse.	La Pierre-qui-tourne.	Sergines.	Sens.		Λ			Archives du Chapitre de Sens.
Saint-Maurice-aux-Riches-Hommes.	Bois de Trainel.	Sergines.	Sens.		┬┬			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	La Pierre-Couverte	d°	d°		┬┬			*Congrès archéol. de France*, 1848, p. 15. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1865, p. 9.
d°		d°	d°		△			Coll. de M. Coeffet.
Saint-Moré.	La Pierre-qui-Chante.	Vézelay.	Avallon.		Λ			Ph. Salmon. *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 135.
d°	Nermont.	d°	d°		■ △+			
Saint-Sauveur-en-Puisaye.	Le Chêne-Rond.	St-Sauveur.	Auxerre.				⌓+	*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1848, p. 422 et 1852, p. 375. *Congrès archéol. de France*, 1851, p. 16.
d°	Cultures.	d°	d°		△+			Me Dumas à Saint-Georges. Dr Ficatier.
Ste-Colombe-près-l'Isle.	Cour d'Origny.	Isle-sur-le-Serein.	Avallon.		△			Donné au musée d'Avallon par M. Montaudon de Montomble. *Bull. de la Soc. d'études d'Avallon*, 1846, p. 149.
d°	Même lieu.	d°	d°				⌓	Même source.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE								
COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE		AGES DES MÉTAUX		OBSERVATIONS
				Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	
Tanlay.	Jonction des territoires de Baon, Cruzy, Pimelles et Tanlay.	Cruzy.	Tonnerre.		Λ			Signalé à Pimelles. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1864, p. 4[illegible]
Tharoiseau.	Gros-Mont.	Vézelay.	Avallon.		Δ			Musée d'Avallon. Recueilli par MM. [illegible]reau et de Chatelin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Theil.	Vallée Jamet.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Λ			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°	Surface du sol.	d°	d°	Δ+	Δ+			Même source. Collection Vielle.
Thorigny.	La Fosse-à-la-Fille.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		⊔+	⊔+		*Bull. de la Soc. archéol. de Sens*, t. VI, p. 333 et t. VII, p. [illegible] Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	Surface du sol.	d°	d°		Δ+			Coll. de M. Leberton. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 14[illegible]
Thury.		St-Sauveur.	Auxerre.				⌓	Signalé par M. Quantin à la Commission de topographie des Gaules, en 1865.
Tonnerre.	Lits de bas niveaux.	Tonnerre.	Tonnerre.	Δ+				M. Belgrand, *la Seine*, p. 164, 228.
d°	La Triple.	d°	d°		Δ+			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1876, p. [illegible]
d°	Territoire.	d°	d°	Δ+	Δ+	Δ+		Musée de Tonnerre.
Treigny.	Hameau du Midi.	St-Sauveur.	Auxerre.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 15. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	Moulin de la Roche	d°	d°		Λ			
d°	Château de la Bussière.	d°	d°			Δ		Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1858, p. 474, et 1873, p. L, LII.
Tronchoy.	Grève des bas niveaux de la vallée de l'Armançon.	Flogny.	Tonnerre.	Δ				M. Belgrand, *la Seine*, p. 170.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE		AGES DES MÉTAUX		OBSERVATIONS
				Paléolit.	Néolith.	Bronze	Fer	
Turny.	Thureaux	Brienon.	Joigny.		Δ+			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 150.
Vareilles.	Le Culeron de la Vallée aux rochers.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Δ+			Recueillis par M. Ph. Salmon. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 151.
d°	Maglière et Vallée de Vareilles.	d°	d°	Δ+	Δ+			Recueillis p. M. Vielle.
d°	La Folie.	d°	d°		Δ+			d°
d°	Les Bougueraux.	d°	d°		Δ+			d°
d°	Le Champ-du-Charme.	d°	d°		Δ+			d°
d°	La Croix Rouge.	d°	d°		Δ+			d°
Vaudeurs.	L'Ormeau. *La Pierre à Collon*, à la limite de la commune de Sièges.	Cerisiers.	Joigny.		Λ			Signalé aux Sièges. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 151.
d°	Beauciard.	d°	d°		Δ+			d°
d°	Le Four-à-Cassandre.	d°	d°		Δ+			d°
d°	Bois des Carrés.	d°	d°		Δ+			Recueillis par M. Ph. Salmon. *Dict. arch. de l'Yonne.*
d°	Les Sablons de la Joncheroye.	d°	d°		Δ+			d°
d°	Les Sablons du Pont-Evrat.	d°	d°		Δ+			d°
d°	La Mardelle à la Vente.	d°	d°		Δ+			d°
d°	Chic-Loup.	d°	d°	Δ+	Δ+			d°
d°	Augère. Beauregard. Les Chalanderies. La Côte-Chappenoise. Le Crot-à-Foulon. Les Fourneaux. Les Granges-Rouges. Grange-Sèche. La Haie-de-l'Isle. Les Jambes-de-Chien. La Longue-Roye. Le Marchais-Tiburce. Méglière. L'Ormeau. La Queue-Fréville Les Sept-Vingts. La Truie-Pendue.	d°	d°	Δ 80	Δ 1000			Recueillis par M. Ph. Salmon. *Dict. arch. de l'Yonne*, p. 155. Coll. de MM. Ph. Salmon, Bonneville, Cotteau, Delaune-Guyard, Moreau, Morel, Vignon.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Vault-de-Lugny (Le).		Avallon.	Avallon.		△			Renseignement dû à M. Baudoin. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 1[illegible]
d°	Le Montmartre.	d°	d°		△			Musée d'Avallon. Renseignement dû à M. Moreau. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°	Cultures.	d°	d°		△			Appartenant à ... visy. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
Vaumort.	Milieu du village.	Sens.	Sens.		Δ			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne.*
d°	Vallée de Vaumartin.	d°	d°		Δ 6			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 1[illegible]
d°	Tuilerie du Champ-Fétu. Petit-Vaumort.	d°	d°		△+			Collections diverses. M. Lartet, Exposition universelle de 18[illegible]. *Catalogue de l'Histoire du travail*, n° 251.
Venizy.	Surface du sol.	Brienon.	Joigny.		△			Coll. de M. Deh[illegible] Guyard.
d°	Fourneaux.	d°	d°		△			Recueilli par M. M[illegible]chou. Musée d'Auxerre. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
Vergigny.	Limite des communes du Mont-Saint-Sulpice et de Vergigny.	St-Florentin	Auxerre.		Δ+			Signalés à Mont-Saint-Sulpice. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1864, p. [illegible]
Verlin.	Les Pommesoies.	St-Julien-du-Sault.	Joigny.		Δ			Signalé à Saint-Julien-du-Sault.
d°	Ferme des Blins.	d°	d°		Δ+			
d°	Épinettes.	d°	d°		△+			Renseignement fourni par M. Collet. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 1[illegible]
Vermenton.		Vermenton.	Auxerre.	△				*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, t. XIX, p. [illegible]
Véron.	Surface du sol.	Sens.	Sens.		△+			Coll. de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 1[illegible]
Villechétive.	Surface du sol.	Cerisiers.	Joigny.	△	△+			Coll. de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 101.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Villegardin.	Entre le finage de Montacher et de Villegardin.	Chéroy.	Sens.		Λ			Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 161.
Villemanoche.	Pierre-de-Minuit.	Chéroy.	Sens.		Λ			*Congrès archéol. de France*, 1851, p. 202. Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°		d°	d°		Λ*			*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1875, p. XLIII. Renseignements fournis par MM. Bonneville, Bourbon, Lallement et Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 163.
d°	Surface du sol.	d°	d°		Δ+			M. Lambert.
Villenarotte.	Surface du sol.	Pont-sur-Yonne.	Sens.	Δ				Coll. de M. Lambert. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 164.
Villeneuve-l'Archevêque.	Surface du sol.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Δ+			Coll. de MM. Delaune-Guyard et Coëffet. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 164.
Villeneuve-sur-Yonne.	Plaine d'Égriselles	Villeneuve-sur-Yonne	Joigny.		Λ,			Quantin, *Répert. archéol. de l'Yonne*.
d°	Sablière.	d°	d°		Δ			Coll. de M. Bally.
d°	Surface du sol.	d°	d°		Δ+			Coll. de M. Bonneville.
d°		d°	d°			Δ [2]		Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1852, p. 262.
d°	Diluvient.	d°	d°	Δ				Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, 1863, p. XXXIII.
Villers-Bonneux.		Sergines.	Sens.		Λ			Signalé par M. Prunier. Ph. Salmon, *Dict. archéol. de l'Yonne*, p. 166.
Villethierry.		Pont-sur-Yonne.	Sens.		Λ			Signalé par M. Bardot entre Blennes et Villethierry. *Ann. de l'Yonne*, 1845, p. 147.

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE	LIEU-DIT	CANTON	ARRONDISS.	ÉPOQUES — AGE de la PIERRE — Paléolit.	Néolith.	AGES DES MÉTAUX — Bronze	Fer	OBSERVATIONS
Villiers-Louis	Surface du sol.	Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.	△+	△+			Recueillis par M. Lam[illegible] bert. Ph. Salmon, *Dict. [illegible] chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°		d°	d°		△			Coll. de M. [illegible] Renseignement [illegible] M. Cotteau.
Vincelles.	La Rue.	Coulanges-la-Vineuse	Auxerre.				⊔	Musée d'Auxerre. *Bull. de la Soc. [illegible] de l'Yonne*, 1867, p. [illegible]
d°		d°	d°		△		⊔	*Soc. des Sc. de l'Yonne* [illegible] 1870 (III, VI). Musée d'Auxerre.
Vinneuf.	Grande-Noue.	Sergines.	Sens.		△+			Recueillis par M. [illegible] Sinéty. *Mémoires de la S[illegible] acad. de l'Aube*, [illegible] p. 407. *Matériaux pour l'[illegible] toire de l'homme*, [illegible] p. 413.
Voisines.		Villeneuve-l'Archevêque.	Sens.		Cromlech ?			Signalé par M. [illegible] nier. Ph. Salmon, *Dict. [illegible] chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
d°	Surface du sol.	d°	d°		△			Donnée par M. [illegible] au musée de Sens.
Voutenay.	Limite des communes de Voutenay et Saint-Moré. La Pierre-Levée.	Vézelay.	Avallon.		Λ			Signalé par M. [illegible] ville Ph. Salmon, *Dict. [illegible] chéol. de l'Yonne*, p. [illegible]
	Falaise bordant la Cure.	d°	d°		■			Fouillée par le D[illegible] catier. Sa collection.

M. Ch. BOSTEAUX

Maire, à Cernay-les-Reims.

UN ATELIER NÉOLITHIQUE AU MONT DE BERRU

LES DEGRÉS DE PERFECTIONNEMENT DU TRAVAIL DE LA PIERRE

— *Séance du 30 mars 1888* —

Toujours en quête de nouvelles découvertes, le 15 janvier 1888, les fouilles me firent découvrir un atelier de l'époque néolithique.

Dans un sol sablonneux, au-dessus des sources qui alimentent le village de Berru, se trouvait creusée une cuvette de forme circulaire ayant 1 mètre de profondeur sur 2m,30 de diamètre. Le sol du fond de cette cuvette ou foyer se trouvait composé d'un terris fait en argile battue, sur lequel gisaient des débris de poteries grossières, quelque peu ornées de grossiers dessins en relief.

Une énorme pierre plate en silex de meulière, dite caillasse, servant d'enclume, se trouvait adossée contre la paroi de ladite cuvette. Sur la surface de cette pierre, existe une petite encoche de 0m,04 de profondeur sur 0m,15 de largeur, entourée d'un léger rebord ; cette encoche servait à maintenir en place le nucléus pour pouvoir donner sûrement le coup de frappe.

Sur cette table ou enclume de pierre se trouvait encore une ébauche de hache en silex rubané (n° 1), cette ébauche mesure 0m,18 de longueur sur0m,06 de largeur et 0m,022 d'épaisseur, et à terre, sur le sol, la fouille me fit découvrir deux jolies haches en même silex, dont une, qui est taillée, mesure 0m,14 de longueur sur 0m,06 de largeur au tranchant (n° 2), et l'autre, qui est polie, mesure 0m,155 de longueur sur 0m,06 de largeur ; elle est légèrement ébréchée (n° 3).

Sur le sol, je recueillis également une petite herminette (n° 4) artistement polie, mesurant 0m,06 de longueur sur 0m,03 de largeur, un marteau perforé en quartzite, des percuteurs, des poinçons, des polissoirs à mains en grès dur et en grès ferrugineux, des pointes de flèches (n° 5), des couteaux (n° 6), des grattoirs (n° 7), des scies (n° 8) et de nombreux nucléus.

Ce qu'il y a de curieux et d'intéressant dans cette découverte, ce sont les trois degrés du travail des haches, consistant en : 1° l'ébauche, 2° la forme donnée à la hache par la taille et 3° la hache polie et finie.

M. Émile RIVIÈRE

GROTTES DITES LES BAUMAS DE BAILS, DANS LES ALPES-MARITIMES

— *Séance du 30 mars 1888* —

C'est au mois d'octobre 1879, pendant le cours de la mission scientifique dont j'étais chargé par le Ministère de l'Instruction publique, mission ayant pour but de continuer mes études sur l'anthropologie et la paléontologie des terrains quaternaires des Alpes-Maritimes que j'ai exploré, entre autres grottes, celles qui portent le nom, dans le patois du pays, de Baumas de Bails ou Baumasses, mots qui signifient grottes ou cavernes de Bails.

Ces grottes sont situées à l'ouest du département des Alpes-Maritimes, très près du département du Var, sur le territoire de la commune d'Escragnolles, à peu de distance du hameau de Bails qui en fait partie et presque en face de la chapelle Saint-Martin, non loin des sources de la Siagne.

Elles sont creusées dans le massif rocheux qui sert pour ainsi dire de contrefort à la route nationale n° 85, route d'Antibes à Castellane, au-dessous de cette route et à une assez grande altitude, à une cinquantaine de mètres environ au-dessus du ruisseau des Vallons, l'une des sources de la Siagne.

Elles sont au nombre de quatre et je les ai numérotées d'après leur distance de Saint-Vallier, la première étant la plus rapprochée de cette localité, la grotte n° 4 en étant, au contraire, la plus éloignée.

Trois d'entre elles (les grottes n°s 2, 3 et 4) sont situées sur le même plan, l'autre (la grotte n° 1) est un peu plus élevée. On y accède difficilement et par une pente fort raide. Bien que très voisines les unes des autres, elles n'ont aucune communication entre elles. Je les ai fouillées toutes quatre, mais la première et la troisième seulement m'ont fourni des preuves de leur habitation par l'homme préhistorique, à l'époque néolithique. La deuxième n'en renfermait aucun vestige et la quatrième m'a donné si peu de chose que je ne puis réellement pas la considérer comme ayant été autrefois habitée. Je ne dirai donc que quelques mots des rares pièces que j'y ai ramassées.

GROTTE N° 1

Cette grotte, située à une altitude un peu plus grande que les trois autres, est celle qui présente l'ouverture la plus étroite. Elle mesure, en effet, 2 mètres à peine de largeur à l'entrée sur 1^m,70 de hauteur (1). Sa profondeur est seulement de 5^m,50. Elle a été découverte quelques jours avant mon arrivée dans la localité par M. Bottin (de Saint-Vallier-de-Thiey), qui m'y a conduit. C'est avec lui et à l'aide de deux ouvriers que je l'ai explorée, baissant peu à peu le sol de 1^m,40 de hauteur, c'est-à-dire jusqu'à ce que j'aie mis le roc à nu. Le sol était encore recouvert presque partout d'une stalagmite de moyenne épaisseur, quand j'en ai commencé l'exploration.

C'est donc au-dessous de celle-ci et dans une terre blanchâtre, renfermant çà et là des traces de matières charbonneuses et à peu près à tous les niveaux (en avant comme au fond et sur les côtés), que j'ai découvert, avec un assez grand nombre de restes humains, des ossements d'animaux, quelques coquilles et divers objets provenant de l'industrie de l'homme.

A. Ossements humains. — Ils proviennent de plusieurs sujets d'âges très différents (jeunes et adultes). Ce sont :

1° *Pour le membre supérieur : a*, quatre humérus brisés; l'un d'eux, moins l'extrémité supérieure, mesure 25 centimètres de longueur; il est grêle et ne présente d'autre particularité que sa cavité olécrânienne percée, mais cette perforation pourrait très bien n'être qu'accidentelle et résulter de la minceur même de l'os en ce point; *b*, plusieurs fragments d cubitus et de radius; *c*, une clavicule gauche entière mesurant 0^m,143 de longueur, un autre fragment de clavicule appartenant à un autre sujet; *d*, plusieurs fragments de scapulum; *e*, enfin, un certain nombre d'os du carpe, des métacarpiens et des phalanges.

2° *Pour le membre inférieur : a*, la partie supérieure d'un fémur droit d'adulte, mesurant 0^m,235 de longueur, au corps aplati d'avant en arrière, aux insertions musculaires peu prononcées, au col court s'attachant presque à angle droit avec le corps de l'os. Cette brièveté du col est tellement marquée qu'une ligne étendue de la fossette d'insertion du ligament interarticulaire de la tête du fémur à la partie la plus externe du grand trochanter, ne mesure que 0^m,099. De plus, la tête de l'os et le grand trochanter sont, à très peu près, sur le même plan; *b*, une partie de la tête d'un autre fémur; *c*, un fémur et un tibia dont la diaphyse n'est pas encore soudée aux épiphyses, appartenant par conséquent à un sujet jeune; le fémur étant brisé à sa partie supérieure ne peut être mesuré

(1) Avant toutes fouilles.

avec fruit; le tibia est entier, moins ses épiphyses supérieures et inférieures; sa diaphyse mesure seulement 0m,238 de longueur; *d*, cinq rotules de sujets adultes; *e*, plusieurs os du tarse, parmi lesquels je signalerai trois astragales, dont deux du pied droit et un du pied gauche; *f*, des métatarsiens et des phalanges.

3° *Pour le tronc :* treize vertèbres entières ou brisées et quelques fragments de côtes.

4° *Pour la tête :* un très petit fragment d'os du crâne absolument indéterminable; trois fragments de mâchoires inférieures sans caractères particuliers, ainsi qu'une quarantaine de dents de lait et de deuxième dentition; aucune de celles-ci n'est cariée, aucune non plus n'est très usée ni rasée, comme on l'observe dans un certain nombre de cas.

En résumé, ces ossements divers indiquent surtout une race de taille un peu au-dessous de la moyenne, aux membres peu développés. C'est là, vu l'absence de crânes, tout ce qu'il m'est permis d'en dire.

B. Ossements d'animaux. — Quant à la faune, les restes en sont très peu considérables, contrairement à ce que nous verrons tout à l'heure pour la grotte n° 3.

Vertébrés. — En effet, parmi les Vertébrés, elle est représentée seulement : *a*, comme Carnassier, par un *Canidé* de la taille du renard; *b*, comme Pachyderme par le *Sus scrofa*, un Sanglier de taille très ordinaire; *c*, enfin, comme Ruminants : 1° par le *Cervus dama*, un daim jeune; 2° par un autre *Cervidé* dont la dent incisive n'a pu me dire l'espèce à laquelle il appartenait; 3° par un *Bovidé*, le *Bos longifrons* (fig. 23), bœuf que l'on rencontre assez fréquemment à l'époque néolithique; sa présence est indiquée ici par un fragment de mâchoire inférieure pourvue de dents (incisive et prémolaires), par plusieurs dents isolées dont une de lait, des os du carpe et du métacarpe, s'articulant entre eux, de même que par une extrémité inférieure de tibia, un calcanéum et un astragale s'articulant également très bien entre eux.

J'ai également trouvé un fragment d'os d'oiseau, mais il était en trop mauvais état pour être déterminé.

Invertébrés. — Quelques coquilles terrestres: les unes entières, les autres brisées, complètent la faune de cette première grotte; elles appartiennent au genre *Helix*, ce sont l'*Helix obvoluta*, Muller (fig. 20) et l'*Helix rotundata*, Muller (fig. 21).

C. Industrie. — De l'industrie primitive des habitants de cette première grotte je n'ai pas trouvé de restes très nombreux; ils suffisent cependant pour caractériser, au point de vue archéologique, l'époque à laquelle cette grotte a été occupée. Ce sont des morceaux de poteries grossières plus ou moins épaisses, à pâte très siliceuse, d'un rouge très brun, noirâtre même, sans aucune ornementation. Ce sont aussi, avec un frag-

ment de diaphyse fendue et brisée, aiguisée en pointe et usée par le frottement à l'une de ses extrémités, deux petites lames de bronze, fortement incurvées, très minces, mais sans aucun dessin et provenant d'un objet absolument impossible à déterminer, en raison du mauvais état de conservation dans lequel je les ai trouvées.

GROTTE N° 2

Ainsi que je l'ai dit en commençant, mes recherches dans cette grotte ne m'ont absolument rien donné, je me borne donc à la citer et je passe immédiatement à la grotte suivante.

GROTTE N° 3

Cette grotte est plus intéressante que la première en ce que sa faune est beaucoup plus variée.

Elle est la plus largement ouverte à la lumière; en effet, sa largeur à l'entrée n'est pas moindre de 12^{m},30; sa hauteur, au même niveau, est de 2^{m},60; elle est un peu plus grande au delà de l'ouverture; enfin, sa profondeur, peu considérable aussi, mesure 6^{m},70 seulement. Sa forme est irrégulièrement hémisphérique. Elle est, en partie, fermée à l'entrée par un mur de faible hauteur, élevé récemment par les bergers du pays qui y parquent, chaque année, leurs troupeaux pendant un certain temps. De là le nom de *Grotte du Jas* qu'on lui a donné, « le mot *jas* signifiant, en patois provençal *bergerie* (1), du latin *jacere*, reposer, comme étant le lieu où les troupeaux reposent ».

J'ai fouillé complètement cette grotte, mais la partie la plus riche a été certaine anfractuosité située à gauche et dans le fond, le long de la paroi même de la grotte. En ce point, nombre d'objets, ossements et coquilles étaient cimentés dans une sorte de pâte assez dure et formant comme une brèche à la fois osseuse et coquillière.

FAUNE

Je n'ai trouvé dans cette grotte aucun ossement humain. Quant aux animaux, ils sont représentés par les vingt-huit espèces suivantes *(vingt-trois Vertébrés* et *cinq Invertébrés)* :

A. — VERTÉBRÉS

Les Vertébrés constituent vingt-trois espèces différentes, dont dix-sept Mammifères, cinq Oiseaux et un Poisson. C'est là un chiffre considérable, eu égard surtout au très petit nombre de pièces que chacun d'eux a laissées dans cette grotte.

(1) Chiris, *les Grottes préhistoriques de Saint-Martin.*

1° MAMMIFÈRES

Carnassiers. — Les Carnassiers sont représentés par trois espèces seulement : *a*, un ours de la taille de l'*Ursus arctos*; *b*, le renard, *Canis vulpes* (une mâchoire inférieure gauche avec sa dent canine et une dent molaire) ; *c*, le chat sauvage, *Felis catus ferus*, animal jeune caractérisé par sa mâchoire inférieure (fig. 14).

Rongeurs. — J'ai trouvé deux genres de Rongeurs, le genre *Arctomys*, sur lequel j'ai constaté trois espèces de tailles très différentes : l'une de la taille de l'*Arctomys primigenia* (fig. 11), l'autre de l'*Arctomys marmotta* et la troisième un peu plus petite. Les mâchoires et les ossements de ces trois espèces — si trois espèces il y a — sont assez nombreux.

L'autre genre est le genre *Lepus*, représenté, d'une part, par le lapin *Lepus cuniculus* et, d'autre part, par le lièvre *Lepus timidus*, lequel est ici de très grande taille. Les ossements sont aussi assez nombreux (fig. 2).

Pachydermes. — De ceux-ci, je n'ai trouvé qu'une seule espèce, le *Sus scrofa*, lequel n'est représent que par très peu de pièces, dont deux petites molaires de lait.

Ruminants. — Par contre, les Ruminants sont nombreux, toujours comme espèces bien plus que comme restes de chacun d'eux. Ce sont un *Cervus elaphus* de deux tailles différentes; un Cerf de la grandeur du *Cervus corsicanus*, le Cerf de Corse (fig. 6); le Chevreuil, *Cervus capreolus;* le Daim, *Cervus dama;* enfin un Cerf que je n'ai pas pu déterminer et dont les quelques ossements trouvés indiquent une espèce intermédiaire au Daim et au Chevreuil.

Parmi les autres Ruminants, je dois citer : 1° des dents d'une Chèvre plus grande que le Bouquetin, et à peu près de la même taille que la *Capra primigenia* des grottes de Menton et de la grotte de l'Albarea (de Sospel). Ses dents (fig. 1) présentent une assez grande analogie avec celles de cette dernière; 2° un *Ovis*, très probablement le Mouton ordinaire, *Ovis aries gallica* (fig. 19) ; et 3° un *Bos* de petite taille, que le seul ossement trouvé ne permet pas de déterminer.

J'ai recueilli encore un certain nombre de fragments de diaphyses brisées et fendues, mais que leur mauvaise conservation ne m'a permis de reconnaître, ni comme ossements, ni au point de vue des animaux dont ils provenaient.

2° OISEAUX

Les Oiseaux sont ici relativement assez nombreux, quoique les restes en soient assez rares.

C'est tout d'abord un Rapace de la taille du Busard, *Circus cyaneus* (fig. 12), que j'ai déjà trouvé autrefois dans les grottes de Menton.

Ce sont ensuite quatre genres de Passereaux : le Merle, *Turdus merula* (fig. 16) ; un autre *Turdus* (fig. 13) plus petit que le merle, plus grand que la pie-grièche ; la Corneille, *Corvus corone* (fig. 7 et 8), déjà signalée par M. Alph. Milne-Edwards, en 1875, dans les grottes de Lourdes (Hautes-Pyrénées), dans celle d'Aure et dans la station de Lacombe-Tayac (1) ; la Pie, *Corvus pica* (fig. 5), dont les restes n'ont encore été trouvés qu'à Lacombe-Tayac et à Gourdan.

3° POISSONS

Ici se présente un fait curieux, qui rappelle des trouvailles du même genre que j'ai faites dans les grottes de Menton : je veux parler d'une hémapophyse hyperostosée de poisson (fig. 3) absolument semblable à celles que j'ai décrites en 1879, dans une communication au Congrès de Montpellier (2), et que j'ai fait figurer dans mon livre sur l'*Antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes* (3). Elle proviendrait également, selon toutes probabilités, d'un poisson acanthoptérygien de l'ordre des Cténoïdes, poisson à peu près exclusivement méditerranéen, le Maigre, *Sciœna aquila*, de Risso.

La présence de cette hyperostose me paraît un fait d'autant plus intéressant que les Baumas sont à une distance considérable des bords de la Méditerranée.

B. — INVERTÉBRÉS

Les Invertébrés sont extrêmement peu nombreux dans la troisième grotte; ils sont représentés par une vingtaine de coquilles seulement, toutes coquilles terrestres, appartenant à la grande classe des Gastéropodes. Elles étaient, pour la plupart, engagées dans une brèche blanchâtre assez dure, avec des ossements et quelques matières charbonneuses.

Ce sont :

1° *Helix nemoralis*, Linné ;
2° *Helix niciensis*, Ferussac ;
3° *Helix cespitum*, Draparnaud ;
4° *Hyalina cellaria*, Muller ;
5° *Zonites olivetorum*, Gmelin.

Telle est la nomenclature complète des animaux qui constituent la faune de la troisième grotte des Baumas de Bails.

(1) Alphonse Milne-Edwards. *Observations sur les oiseaux dont les ossements ont été trouvés dans les cavernes du sud-ouest de la France.*

(2) Emile Rivière. *De quelques hyperostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton.* — Paris, 1879.

(3) Id. *De l'antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes*, pages 149 et 182. — Paris, 1887.

INDUSTRIE

Quant aux objets trouvés dans cette grotte, ils sont fort peu nombreux et ne présenteraient aucun intérêt, n'était certaine pièce reproduite dans la planche VI sous le n° 15.

Il s'agit d'une phalange de Cerf, fendue longitudinalement, dans toute sa longueur, en deux fragments et dont le fragment dorsal est percé au niveau de la tête de l'os, un peu en arrière de la poulie articulaire, d'un trou de suspension parfaitement arrondi, pour être porté comme objet précieux : amulette ou bijou.

Les autres objets sont : 1° deux éclats de silex : l'un blond, l'autre gris (fig. 18), non travaillés mais présentant tous deux leur bulbe de percussion; 2° deux rognons de silex cassés; 3° trois fragments de poterie noirâtre à pâte remplie de grains siliceux et assez épaisse, analogues à ceux que j'ai trouvés dans la première grotte.

GROTTE N° 4

Cette grotte est divisée en deux parties : l'une droite, l'autre gauche, par un pilier médian; son sol est formé par la roche même, roche absolument nue et sans aucun détritus ni la moindre couche de terre. Aussi n'y ai-je rien découvert, si ce n'est dans une petite anfractuosité située à droite, anfractuosité dans laquelle j'ai trouvé, avec quelques traces de cendre et de charbon :

1° L'extrémité inférieure d'un canon de Bovidé, peut-être le *Bos longifrons* dont j'ai recueilli un certain nombre d'ossements dans la grotte n° 1. L'animal était jeune, le canon n'était pas soudé au corps de l'os.

2° Une portion de diaphyse osseuse brisée, apointie et amincie par frottement à l'une de ses extrémités pour servir de pointe plate ou de lissoir.

3° Six morceaux de poterie grossière, sans la moindre ornementation et analogues aux poteries qui proviennent des grottes n°s 1 et 3.

Tels sont les résultats que m'ont donnés les fouilles faites, au mois d'octobre 1879, dans les quatre grottes dites les Baumas de Bails, dans les Alpes-Maritimes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

1. Capra primigenia (n. sp.). — Dernière molaire supérieure.
2. Lepus timidus, de très grande taille. — Radius gauche entier.
3. Sciæna aquila. — Hémapophyse hyperostosée, analogue à celle trouvée dans les grottes de Menton.
4. Canis vulpes. — Maxillaire inférieure gauche avec sa dent canine et sa deuxième molaire.
5. Corvus pica. — Partie inférieure du tibia.
6. Cervus corsicanus. — Radius et cubitus droits.
7. Corvus corone. — Humérus gauche.

8. Corvus corone. — Tibia droit.
9. Helix nemoralis.
10. Helix niciensis.
11. Arctomys primigenia. — Tête presque entière.
12. Circus cyaneus. — Extrémité inférieure de l'humérus gauche.
13. Turdus. — Humérus gauche.
14. Felis catus ferus. — Mâchoire inférieure droite d'un animal très jeune.
15. Phalange d'un Cervidé percée pour être portée comme bijou ou amulette.
16. Turdus merula. — Tibia.
17. Zonites olivetorum.
18. Silex taillé sans aucune retouche.
19. Ovis... — Dent prémolaire inférieure.
20. Helix obvoluta.
21. Helix rotundata.
22. Hyalina cellaria.
23. Bos longifrons. — Dent incisive.

M. Émile RIVIÈRE

LA GROTTE SAINT-MARTIN

— *Séance du 30 mars 1888* —

La grotte Saint-Martin est située dans les Alpes-Maritimes et exactement dans la même région que les Baumas de Bails, c'est-à-dire comme celles-ci sur le territoire de la commune d'Escragnolles, mais de l'autre côté du ruisseau des Vallons, en face pour ainsi dire desdites Baumas et à quelques mètres seulement au-dessus du torrent qu'il suffit de traverser pour y parvenir.

Elle a été découverte une dizaine de jours avant mon arrivée dans la localité, en même temps que la grotte des Baumas n° 1, par un archéologue de Saint-Vallier, M. Bottin, et c'est avec lui et avec l'aide d'ouvriers que je l'ai explorée en 1879. Les fouilles que nous y avons pratiquées, soit ensemble, soit séparément, m'ont permis, par les objets trouvés, de constater qu'il s'agissait là encore d'une grotte habitée par l'homme à l'époque néolithique, objets qui, en dehors d'une faune relativement peu considérable, sont exclusivement représentés par une quantité réellement énorme de poteries.

Voici, d'ailleurs, en quoi ces trouvailles consistent :

FAUNE

A. — Mammifères.

Pachydermes. — Une seule espèce représente ces animaux, c'est le *Sus scrofa*, le sanglier.

Rongeurs. — Les Rongeurs sont représentés par deux genres différents :

1° Le genre *Myoxus*, peut-être le *Myoxus priscus*, c'est-à-dire un loir de la taille du lérot (*Myoxus nitela*) ;

2° Le genre *Arvicola*, peut-être l'*Arvicola amphibius* ; en tous cas, les ossements, que j'en ai trouvés (un fémur, trois tibias, un cubitus, etc.), ressemblent à ceux d'un campagnol aquatique ou rat d'eau.

Ruminants. — Comme toujours, dans toutes les grottes néolithiques de la région, ce sont les Ruminants des genres *Capra*, *Ovis* et *Bos*, qui prédominent, comme étant déjà, selon toutes probabilités, domestiqués. Par contre, les ossements de cerf y sont très peu abondants, soit que cet animal fût déjà très rare, à cette époque, dans la contrée, soit que les populations de ces grottes appartiennent à un peuple pasteur bien plus que chasseur.

Quoi qu'il en soit ces Ruminants sont :

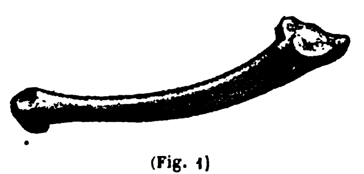
Cervus elaphus, un cerf élaphe de taille ordinaire, représenté par une dent incisive de la mâchoire inférieure et une première phalange.

Capra....., une chèvre un peu plus petite que la *Capra primigenia* des grottes de Menton et de l'Albaréa, représentée par un certain nombre de dents molaires inférieures et par une dixième vertèbre dorsale.

Ovis....., un mouton de la taille de nos moutons actuels; nous avons trouvé des os et des dents appartenant à des sujets jeunes et à des animaux adultes. Je citerai parmi les premiers un métatarsien gauche (canon postérieur gauche) entier, moins l'épiphyse inférieure, non soudée au corps de l'os et que je n'ai pu retrouver, et qui mesure ainsi 0m,102 de longueur.

Bos....., peut-être le *Bos longifrons*, déjà signalé dans les Baumas de Bails, dont j'ai recueilli toute la branche horizontale de la mâchoire inférieure du côté gauche avec ses troisième et quatrième dents molaires.

B. — Oiseaux.



(Fig. 1)

Le seul Oiseau, dont j'ai retrouvé des traces, est la perdrix, peut-être la Bartavelle, *Perdrix græca;* elle est représentée ci-contre par un cubitus droit (fig. 1).

C. — Mollusques.

Les coquilles découvertes dans les fouilles de la grotte Saint-Martin sont peu nombreuses ; elles appartiennent aux deux espèces suivantes :

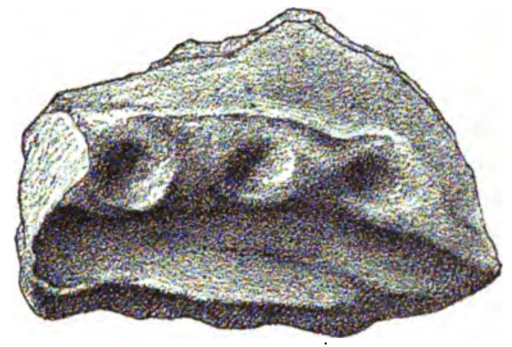
1° *Hyalina cellaria*, Muller.

2° *Pomatius patulum*, Studer.

INDUSTRIE

Quant à l'industrie des habitants de la grotte Saint-Martin, ainsi que je l'ai dit en commençant, elle consiste exclusivement, du moins d'après ce que M. Bottin et moi nous avons trouvé en 1879, en poteries. Toutes, une seule exceptée, sont excessivement grossières ; elles sont, ou d'un rouge très foncé, ou d'un brun noir plus ou moins accentué. Elles sont aussi très épaisses, formées d'une pâte très siliceuse. Aucune d'elles n'est entière, mais les fragments en sont généralement petits.

Parmi les nombreux débris que j'ai examinés, j'en ai trouvé un seul portant un certain degré d'ornementation (fig. 2). Celle-ci est représentée par une sorte de cordon, situé à quelques centimètres au-dessous du bord, formant une saillie extérieure qui double presque, en cet endroit, l'épaisseur même du vase qu'il servait à décorer. Ce cordon est formé par une série de reliefs alternant avec de petits enfoncements ou dépressions, faits avec la pulpe du petit doigt, plus ou moins régulièrement circulaires, larges de sept à huit millimètres, et profonds au centre de deux millimètres environ.



(Fig. 2)

Quant au petit fragment de poterie absolument distinct de tous les autres morceaux, et par son épaisseur qui ne dépasse pas trois millimètres, et par sa couleur franchement rougeâtre, il semble appartenir, de par sa texture et son ornementation (reproduite ici sous la figure 3), à une époque plus récente.

Telles sont, rapidement décrites, les diverses pièces qui constituent la faune et l'industrie des anciens habitants de la grotte Saint-Martin.



(Fig. 3).

Je dois ajouter, au point de vue historique, que la montagne de Briasq, dans laquelle est creusée la grotte Saint-Martin, aurait été autrefois occupée par une cité romaine (1) et que cette cité, si nous en croyons la tradition, aurait été détruite en 804 par les Sarrasins.

D'après M. Chiris, un archéologue de Grasse qui a fait d'assez nombreuses et intéressantes recherches dans la contrée, « quelques restes de murailles encore debout seraient les seuls vestiges de cette ancienne ville fortifiée, où l'on reconnaît facilement, dit-il, le caractère romain ».

(1) *Mémoires de la Société des sciences, lettres et arts des Alpes-Maritimes.* — Nice, 1883.

M. BOSTEAUX

Maire de Cernay-les-Reims.

DÉCOUVERTE D'UN SQUELETTE D'AUROCH A CERNAY

— *Séance du 21 mars 1888* —

Le dimanche 11 décembre 1887, M. Fleaux Guérin, cultivateur à Cernay-les-Reims, s'étant aperçu, en labourant une terre au lieu dit la Noue-Martin, territoire de Cernay, qu'un endroit dans sa terre était mouvant, s'avisa de fouiller le sol ; c'était la cuvette remplie d'un foyer gaulois, à en juger par la forme circulaire de l'excavation et aux débris de poteries de cette époque que l'on a retirés. A $1^m,50$ de profondeur sous les parois de craie éboulées, se trouvaient des ossements énormes qu'il rejeta en partie hors de ce trou. Il ne tint aucun compte de ces débris, excepté de deux cornes énormes qu'il rapporta au village et qu'il vint me montrer le soir même. Après avoir examiné ces débris peu communs, je crus y reconnaître l'auroch. Le lendemain je me rendis sur le terrain et je recommençai la fouille, de laquelle je retirai le squelette presque entier que je reconstituai et dont voici la description :

La partie frontale mesure entre la naissance des deux cornes $0^m,24$ de largeur, le front est creux au lieu d'être bombé comme le *Bos Priscus*, les cornes, qui ne comprennent que la partie osseuse, mesurent de la naissance à l'extrémité $0^m,64$ de longueur : chacune d'elles a $0^m,38$ de circonférence à la base et $0^m,30$ au milieu de la longueur. Le point de départ du cornage est de niveau avec le sommet de la partie frontale ; les cornes sont développées en façade, légèrement recourbées en avant avec la pointe en l'air, ce qui donne à cette tête $1^m,52$ d'envergure, rien qu'en partie osseuse (vulg. cornillon), ce qui donnerait à supposer que quand l'os était recouvert de la corne, ce frontal devait avoir plus de $1^m,60$ d'envergure.

Les ossements sont énormes et très trapus ; mis à leur place anatomique, ceux de la partie postérieure m'ont donné à supposer que ce Bovidé avait plus de deux mètres de hauteur des pieds au garot.

Le frontal de ce Bovidé n'a aucun rapport avec le frontal du *Bos Priscus* des grévières du chemin de Nogent. Ce dernier a le front bombé, très large et les ossements inférieurs assez frêles, tandis que le premier a le front creux, très étroit; mais il est constitué d'un cornage et d'une char-

pente énormes, dont nos plus gros bœufs actuels sont loin d'approcher.

Je crois que ces animaux devaient encore vivre à l'état sauvage à l'époque gauloise et que ce sujet aura dû s'échapper des forêts de la montagne de Reims, où il aura été capturé en plaine et enfoui dans un foyer gaulois abandonné : l'animal a été jeté en entier dans ce trou, car toutes les pièces osseuses étaient à leur place.

J'ai fouillé beaucoup de foyers gaulois ; j'y ai recueilli quantité d'ossements de bœuf ordinaire, mais je n'ai jamais rencontré d'ossements pareils, ce qui prouverait que ces animaux étaient déjà très rares.

Nous avions donc encore, en Champagne, l'auroch à l'époque gauloise ; il ne faut pas s'étonner si M. Ed. Lartet a cru reconnaître l'auroch dans une monnaie des Santones de la collection de M. de Saulcy et, peut-être aussi, sur une autre monnaie des Bellovaques.

Les monnaies catalauniennes portaient aussi sur une face un bœuf, désigné par les numismates sous le nom de taureau cornupette, et sur l'autre face l'Hercule en marche : ces deux symboles étaient le signe de la force.

M. Isaac DARMON

Interprète judiciaire de 1re classe, à Oran.

ÉTUDE SUR LA SECTE RELIGIEUSE DE LA CONFRÉRIE MUSULMANE DITE « LES DERKAOUA »

— *Séance du 31 mars 1888* —

Sidi-Moulay-Elârbi-Ben-Sidi-Ahmed-Chérif-Elfassi-Ech-chadouli, directeur spirituel de la secte religieuse des « Derkaoua », naquit à Fez (Maroc), vers l'an 1737 de l'ère chrétienne.

Il fut élevé à Derka, village de la tribu des Beni-Zeroual, au nord de Fez et d'où la secte tira son nom.

En l'an 1768 (de J.-C.), il entra en relations avec Abou-el-Hassan-Sidi-Ali-Eldjemel-Ben-Sidi-Omran-Chérif-Elômrani-Elfassi, dont il reçut l'ouerd (1). Ce dernier descendrait directement du prophète Mohammed,

(1) On appelle « Ouerd » les principes de la doctrine auxquels les adeptes de la Confrérie doivent se conformer. Ces principes consistent à réciter un certain nombre de fois par jour le « dikr », c'est-à-dire la formule de prières consacrée. Les néophytes apportent dans la pratique du dikr un raffinement de dévotion plein de mysticisme. Il leur est surtout recommandé de lire le Koran avec intonation. L'Imam Elrezali a dit que celui qui lit constamment le Koran approfondit la spiritualité de Dieu, devant lequel il dirige sa pensée.

dont l'origine remonterait à l'ange Djebril (Gabriel). Telle serait la chaîne généalogique des Derkaoua d'après le livre dit : *Elmechichia*, dont l'auteur se nomme Abdelslam-Bel-Mechiche.

Sidi Moulay-Elârbi, qui était en réalité un Chadoulite (de la secte des Chadeleya), fondit une branche autonome à laquelle il donna le nom de Derkaoua. Cette branche affirma les principes des Chadeleya sans en exempter un seul ; mais elle s'efforça à former des disciples qui se vouèrent à la nouvelle corporation qui prit le nom de « Derkaoua ».

C'est à tort que l'on prétend que le mahdi Ben-Cheïkh-Abdallah-Senoussi est un affilié à cet ordre religieux. Ce dernier, qui habite actuellement Eldjebel-el-Akhdar (la montagne verte), près de Tripoli, tire son origine des Kadria, c'est-à-dire qu'il est descendant de Sidi-Mohi-Eddin-Abou-Mohamed-Abdelkader-el-djilani. Cependant, il abandonna l'ordre des Kadria pour appartenir à celui des Senoussia, à l'exemple de son père, mort, il y a environ trente ans, à Tripoli.

Moulay-Elârbi mourut vers l'an 1815 (de l'ère chrétienne), à l'endroit appelé Abou-Brih, près de Fez, où il séjourna quelque temps, afin d'y propager ses principes et éclairer les fidèles de ce pays. Son tombeau, où se trouve un important mausolée, est situé à Abou-Brih. Il est très célèbre à raison du grand nombre de pèlerins qui le visitent continuellement.

Moulay-Elârby était d'un caractère très affable. Il traitait ses semblables avec douceur. Il était indulgent envers les animaux mêmes. Aussi, les affiliés de l'ordre des Derkaoua ont voulu suivre ponctuellement les principes de leur maître en se vouant une grande amitié les uns aux autres et en prêchant de faire le bien à autrui.

Moulay-Elârbi suivit d'ailleurs la tradition de son inspirateur Abou-el-Hassan qui, à cause de sa bonté excessive, fut appelé el-djemel (le chameau) par ses disciples. On rapporte que ce surnom lui fut donné, parce qu'un jour il vit en état d'abandon un jeune chameau, âgé de quelques semaines, sur le bord d'un précipice. Il le prit dans ses bras et le mit hors de danger.

Moulay-Elârbi défendait de maltraiter les Juifs et les Chrétiens. Il ne cessait de recommander à ses adeptes de respecter les créatures de Dieu, quelles que fussent leur origine ou leur religion. Voici, d'après un manuscrit authentique, les propres termes des exhortations qu'il édictait à ses prosélytes :

« Ne frappez ni les Juifs, ni les Chrétiens, ni les Musulmans. Frappez vos personnes jusqu'à ce qu'elles s'anéantissent. Éloignez-vous, mes frères, de l'impureté. Soyez habiles et patients en présence des grandes calamités. Ne médisez jamais de personne, car Dieu n'accorde pas sa grâce à ceux qui détestent leurs semblables. Soumettez-vous aux paroles de notre Maître Sidi-Boumedine qui a dit : « Quiconque n'est pas mort, n'a pas

vu la justice. » — A un de nos frères qui se plaignait à nous, un jour, des châtiments d'un de ses oppresseurs, nous avons dit : « Si tu veux tüer celui qui te fait du mal, anéantis-toi toi-même. »

On raconte, entre autres, qu'auprès d'un de ses éminents disciples, dont le nom est Sidi-Mohamed-Ben-Ibrahim, et qui habitait Mascara (Algérie) pendant la dynastie turque, affluaient un grand nombre d'indigents de nationalité juive : il les recevait avec bienveillance, accueillait leurs doléances et distribuait des secours à chacun d'eux. Y avait-il un mort parmi eux, il accordait les moyens d'inhumation. A la famille d'un nouveau-né, il donnait des vivres et du pain. Sa générosité alla si loin, qu'à sa mort, les Israélites de Mascara prirent le deuil et affirmèrent que, s'il eût existé un autre Mohamed-Ben-Ibrahim dans le pays, ils se convertissaient à l'Islamisme.

Tous les descendants des Derkaoua tirent leur origine directement de Moulay-Elârbi. Les principes de cette Confrérie reposent sur l'invocation incessante de Dieu, de l'humilité qu'on lui doit, de la conduite pleine de justice et de droiture envers autrui, de l'accomplissement des devoirs et des engagements. User de bonne foi envers ses semblables, obéir absolument aux autorités investies, telles étaient les recommandations des chefs de la doctrine.

Il est essentiellement recommandé aux membres de la corporation d'être généreux, hospitalier, pudique, magnanime et franc.

Les véritables faquirs (1) des temps les plus éloignés et qui faisaient partie de la Confrérie, s'appliquaient surtout à faire souffrir leurs corps pour s'anéantir. Ils ne trouvaient de délices que dans le trépas. Ils fuyaient les jouissances de la vie. Par leurs pratiques ascétiques, ils s'attiraient une grande vénération.

Une Zaouya (ou monastère) se trouve dans les localités où les membres de la corporation sont en nombre suffisant. A la tête des Zaouyas, il y a un mokaddem (chef) choisi par les néophytes. L'acte d'investiture, qui confère les fonctions de mokaddem, est rédigé ainsi :

« Louange au Dieu unique. Que Dieu répande ses bénédictions sur le Prophète, Notre Seigneur Mohammed, sur les membres de sa famille et sur ses adeptes.

» Louange à Dieu, devant lequel nous comparaîtrons le jour du jugement dernier et aux décrets duquel nul être ne peut se soustraire, ainsi que le Koran l'a dit : « Dieu est le Maître absolu de ses serviteurs. »

» Nous acceptons Sidi..... pour mokaddem de la corporation des Derkaoua et de ses partisans. Nous l'agréons pour remplir ces nobles fonc-

(1) Le mot « Faquir » signifie littéralement « pauvre ». Ici, il s'agit, par allégorie, de l'homme qui fait vœu de pauvreté. Le faquir est un martyr de la religion qui s'adonne au mysticisme et se voue à la vie contemplative, en un mot, un ascète fataliste.

tions en formant des vœux pour le bonheur et le succès des prosélytes de cet ordre.

» Les membres de la corporation ont comparu devant nous et nous ont confirmé leur choix ; ce sont..... (suivent les noms). Que Dieu les aide pour servir avec dévouement leur directeur spirituel. Qu'il les dirige tous dans la bonne voie pour l'amour du Prophète Mohammed.

» A rédigé le présent de sa main périssable, le serviteur de son Dieu (un tel). »

Pour être admis dans l'ordre, il faut être en état parfait de pureté et ne pas manquer aux devoirs de piété. Ces conditions sont exigées des néophytes, qui sont présentés au cheik ou marabout qui dirige l'ordre local. Celui-ci les examine et, lorsqu'il est décidé à les faire entrer dans la Confrérie, il leur fait prononcer la formule suivante : « Il n'y a pas d'autre Dieu qu'Allah, le très puissant, après lequel il n'existe aucune divinité. Dieu n'a pas d'associé ».

Cette prière doit être répétée un grand nombre de fois par le novice. Ensuite, celui-ci prête serment par lequel il jure qu'il remplira exactement ses devoirs religieux et ne s'en écartera pas ; qu'il se conformera strictement aux statuts de l'ordre et aux principes de foi qui le régissent ; qu'il ne fera cas ni des privations, ni des injures, ni des coups ; qu'il ne manquera pas à ses prières ; qu'il obéira aux chefs inspirés du Grand Maître de la secte.

Lorsque le néophyte a été admis définitivement dans l'ordre, il doit tenir compte des statuts du rituel, qui sont les suivants :

1° Après la prière du matin et après celle du maghreb (le soir), il doit réciter cent fois ces formules sacramentelles :

« Je demande que Dieu pardonne mes péchés. »

« Que la bénédiction soit sur le prophète Mohammed. »

2° Réciter mille fois, après les mêmes prières, la formule suivante :

« Il n'y a pas d'autre Dieu qu'Allah ».

En outre, il est prescrit d'observer ponctuellement les recommandations du Koran qui défendent de manger du porc, de faire usage de boissons fermentées ou alcoolisées, etc., etc. Le rituel des Derkaoua comporte aussi d'autres prières concernant les doctrines des principaux saints de l'ordre.

En Algérie, les Derkaoua se disent tous amis de la France et affirment qu'ils n'ont jamais pris part à aucun fait insurrectionnel. On raconte qu'au moment de la conquête de l'Algérie par les Français, un des affiliés, Sidi-el-Habib-Ben-Hennan-Elâmri-Elkhaldi, avait recommandé à tous les sectaires, qui suivaient strictement les préceptes de la doctrine, de rester dans le pays et de ne point émigrer dans les contrées restées au pouvoir de l'Islam. Il ne se lassait pas de dire que la population musulmane, soucieuse de la sécurité et de la paix intérieure,

devait applaudir à l'arrivée de la nation française en Algérie, à cause des injustices et des exactions qui se commettaient dans ce pays. Il manifestait ouvertement cette opinion à ses Khouan. Il les exhortait à rester tranquilles et à ne pas prendre les armes contre nos soldats. Il leur disait que ces derniers venaient faire cesser les luttes sanglantes que se livraient continuellement les tribus entre elles. Il leur parlait ainsi dans les harangues :

« Nous devons nous soumettre, accepter la domination française et faire des vœux pour le triomphe d'une nation que Dieu lui-même a choisie pour nous gouverner. Il ne faut pas hésiter à affirmer que le peuple français est probe et humain avant tout. Il tient à ses engagements et s'acquitte de toutes les charges qu'il prend sous sa sauvegarde. »

Lors de l'émigration des Beni-Ameur au Maroc, Sidi-el-Habib réunit tous ses parents, tous ses disciples et ses alliés, et vint camper à Elbrédéah, aux environs d'Oran. Il entra en relations avec les autorités françaises de cette ville et put se faire apprécier par l'honnêteté de ses vues et sa ferme résolution de ne jamais enfreindre les limites du rôle religieux de sa doctrine. Il faisait appel, pour mieux se faire écouter, aux principes de vertu et de piété contenus dans les statuts de la Confrérie. Il invoquait, sans cesse, *les recommandations purement philosophiques et philanthropiques* du Grand Maître de l'ordre, Abou-el-Hassan-el-djemel.

Les Derkaoua de la province d'Oran prétendent que, grâce à sa conduite irréprochable, Sidi-el-Habib était entouré de vénérations. Les autorités françaises l'honoraient parce qu'il ne donnait jamais occasion de suspicion politique. Il mourut en 1870. Ses enfants demeurèrent campés à Elbrédéah. Ils ne dévoyèrent jamais de sa ligne de conduite, se conformèrent ponctuellement à ses recommandations, et entretenant, dit-on, avec la plupart des représentants de l'autorité les liens de la plus sûre amitié.

Les statuts de la secte des Derkaoua recommandent surtout d'éviter les hérétiques qui doivent être fuis, humiliés et mis de côté. On ne doit avoir avec eux aucune relation, ni s'asseoir près d'eux. Au contraire, on doit user de son influence pour les repousser, appeler sur eux la malédiction divine et une ruine sans salut possible.

On rapporte qu'un exemple de ce que nous disons est arrivé à un hérétique, Abderrahman-Ettoti, qui, lors de la conquête de l'Algérie, fit soulever contre les Français plusieurs tribus, en prétendant être un imam (1), tandis qu'il n'était qu'un dissident de la Confrérie des Derkaoua. Il fut alors rejeté par l'ordre et frappé de mort, accablé par les reproches et les malédictions qui pleuvaient sur lui. Sa famille fut même disséminée ainsi que tous ceux qui suivirent son hérésie.

(1) Imam : Ce mot signifie élu, choisi (de Dieu), d'où vient le nom qu'on donne aux futurs restaurateurs de l'Islam.

Il faut avouer que, d'après ses principes, l'ordre religieux des Derkaoua est pacifique et aime vivre dans le recueillement et la tranquillité. Mais, peut-on affirmer que tous les membres de la corporation se conforment aux statuts qui leur ont été édictés? Cela est douteux.

Il est rapporté, d'autre part, que les adeptes de ladite Confrérie se séparèrent, il y a une cinquantaine d'années et formèrent un certain nombre de sectes. Chacune d'elles s'attribuait à elle-même la connaissance de la vérité et repoussait toute autre doctrine que la sienne. Des réformes et de profondes altérations furent apportées dans l'organisation des Derkaoua, dont, paraît-il, il ne reste que le nom.

M. BOSTEAUX

Maire de Cernay-les-Reims.

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU SOUTERRAIN DOLMEN DE LA CRAIE DÉCOUVERT A CERNAY-LES-REIMS

— *Séance du 2 avril 1888* —

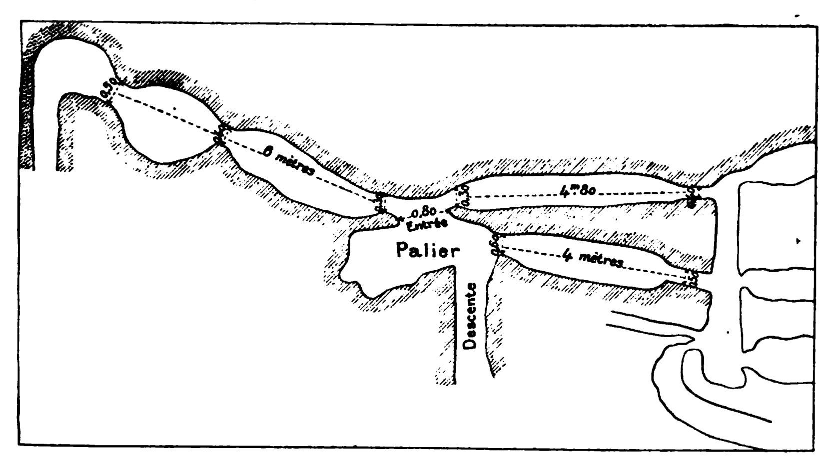
Le 10 décembre 1887, je mis à découvert dans une terre située près du village de Cernay, lieu dit le Bas-de-la-Rue-d'Angleterre, de nouvelles excavations ; voici en quoi elles consistent :

Une descente, partant du sol, arrive en pente douce, à 2 mètres de profondeur sur un palier qui a 1 mètre de largeur sur 2 mètres de longueur; de ce palier on a devant soi une paroi en roche crayeuse de 2 mètres de hauteur, dans le flanc de laquelle sont ouverts deux trous ronds : un en face de la descente qui mesure 0^m^,80 de diamètre, et l'autre dans le coin à droite qui mesure 0^m^,60 de diamètre. En pénétrant dans celui-ci, on se trouve dans un couloir de 4 mètres de longueur sur 0^m^,70 de largeur et autant de hauteur, lequel couloir aboutit, par une sortie étroite de 0^m^,50, donnant issue sur un autre palier ou vestibule sur lequel aboutissent sept autres couloirs.

L'ouverture de 0^m^,80, donnant entrée sur le premier palier, donne accès à deux autres couloirs dont un à droite et l'autre à gauche ; celui de droite a 4^m^,80 de longueur et donne accès aussi sur le vestibule à sept couloirs, le souterrain de droite se compose de trois chambres séparées entre elles par des passages de 0^m^,35 de diamètre.

Ces espèces de labyrinthes ont tous une grande ressemblance avec les dolmens à pierres trouées....

Dans cette grotte, comme dans celles que j'ai déjà explorées, je n'ai rien trouvé ; seulement j'ai pu remarquer que ces souterrains ont été creusés par l'homme posé à plat-ventre avec des outils en pierre, emmanchés en bout, et que ces grottes, vu leur peu d'élévation, n'ont jamais



pu servir d'habitation, mais seulement de refuge passager ou plutôt encore de grottes sépulcrales, dont les ossements, qui y auraient été déposés, auraient été enlevés par les peuplades qui les avaient déposés.

MM. DOUTREBENTE et MANOUVRIER

LE CERVEAU, LE CRÂNE, ETC., D'UN NAIN RACHITIQUE ET ALIÉNÉ

— Séance du 2 avril 1888 —

Les pièces anatomiques décrites ci-après ont été recueillies à l'hospice d'aliénés de Blois par le Dr Doutrebente, médecin-directeur de cet établissement, et données par lui au laboratoire d'anthropologie de l'École des Hautes Études. Elles sont conservées au musée Broca, ainsi que le moulage des deux hémisphères cérébraux, exécuté par M. Chudzinski.

Renseignements fournis par M. Doutrebente.

L'individu dont il s'agit s'appelait Mazarin. Né à Paris, le 14 décembre 1815, il mourut à l'hospice de Blois en 1886, à l'âge de 71 ans. Son père était aliéné et mourut à l'hospice de Bicêtre. On n'a retrouvé sur son compte que cette seule note : « fou d'office ».

Quant à notre sujet, il exerça dans sa jeunesse la profession de peintre sur

porcelaine, ce qui autorise à croire qu'il n'était pas dénué d'intelligence. Il habitait en 1848 à Paris, faubourg du Temple, nº 129. C'est alors qu'il fut écroué aux Madelonnettes pour menaces de mort sous condition, reconnu aliéné, halluciné, par les Drs Huet et Trélat et interné à Bicêtre. Il fut transporté à Blois en 1850. Les registres portent seulement les deux mentions suivantes, datées l'une et l'autre de cette même année :

« Intelligence faible, incurable. » (Dr Voisin.)

« Manie chronique, hallucinations, tendance à la violence. » (Dr Billod, de Blois.)

Pendant son séjour à l'hospice de Blois, on a remarqué qu'il causait d'une façon incohérente, manifestant quelques idées de grandeurs. Il se disait cardinal et on l'avait surnommé ainsi. Dans les dernières années de sa vie, il parlait seul, à voix basse, et répondait par un ou deux mots quand on l'interrogeait.

Il était rachitique.

Les chiffres suivants ont été recueillis à l'autopsie :

Taille	1m,33.	
Grande envergure	1m,42.	
Poids du cerveau (hémisphère droit)	560	grammes.
— — gauche	560	—
Poids du cervelet	130	—
— bulbe	24	—
Poids total de l'encéphale	1.274	grammes.

Étude des pièces par M. Manouvrier.

Il est à peine besoin d'indiquer les raisons pour lesquelles des cas de ce genre peuvent être utiles à l'anatomie et à la physiologie. Tout le monde sait que la clinique et l'anatomie pathologique ont servi de point de départ à des découvertes importantes en physiologie cérébrale; il suffit de citer, à ce sujet, la circonvolution de Broca. Quelle est la nature et quel est le siège de la lésion qui accompagne tel trouble fonctionnel? voilà la question que l'on s'est posée fructueusement déjà bien des fois. Or, cette autre question : quelle est la variation anatomique qui accompagne telle variation fonctionnelle en plus ou en moins? cette question est absolument semblable à la précédente, avec cette différence que la réponse est rendue plus difficile par la coexistence possible et fréquente de plusieurs variations anatomiques et physiologiques chez un même individu, d'où l'impossibilité de dire, avec certitude, à laquelle des particularités fonctionnelles observées correspond telle particularité anatomique. Aussi devient-il nécessaire, dans ce genre de recherches, de rapprocher et de comparer entre eux un certain nombre de cas. Celui dont il s'agit n'est pas des plus avantageux, car il est très complexe. Mazarin (que j'appellerai Mazar.) était à la fois un nain rachitique et un aliéné héréditaire; j'avoue que le cerveau d'un nain *simple* serait, à mes yeux, beaucoup plus instructif que celui d'un individu atteint de troubles si divers. Je pense, toutefois, que l'étude de ce cas compliqué ne

doit pas être omise et qu'elle peut contribuer à nous éclairer sur divers points intéressants, ainsi que l'a justement pensé le Dr Doutrebente. La description présente viendra grossir, en tout cas, la collection des matériaux utilisables pour les investigations ultérieures.

Cerveau.

Le poids de l'encéphale de Mazar., mesuré par M. Doutrebente, est inférieur de 84 grammes à la moyenne des Parisiens. Mais ce poids a dû subir une diminution sénile assez considérable. En cubant le crâne, j'ai obtenu, en effet, une capacité de 1,650c.c., qui est supérieure de 90c.c. à la capacité moyenne des Parisiens, et il est évident qu'à l'âge du sujet cette dernière mesure mérite plus de confiance que celle du poids du cerveau. Elle indique, en tout cas, une diminution sénile de ce poids, mais sans permettre d'évaluer la diminution, car le rapport du poids encéphalique à la capacité crânienne n'est connu que comme moyenne et non pour les cas particuliers. En multipliant la capacité crânienne de Mazar. par l'équivalent pondéral moyen (0,87) (1), on obtient, comme poids de l'encéphale, 1,435 grammes, chiffre supérieur de 77 grammes à la moyenne des Parisiens, et, comme cette dernière quantité représente à peu près la diminution du poids de l'encéphale à 70 ans (2), on peut admettre comme probable que le poids encéphalique de Mazar., à l'âge adulte, l'emportait d'environ 77 grammes sur la moyenne des Parisiens, à moins que le rapport entre la capacité crânienne et le poids de l'encéphale n'ait pas été, chez cet individu, le rapport ordinaire, ce qui est possible, puisqu'il s'agit d'un anormal.

Quoi qu'il en soit, Mazar. possédait un encéphale très volumineux pour sa petite taille, fait qui s'explique par la précocité relative du développement de l'encéphale et son indépendance relative, consécutive, par rapport aux troubles qui peuvent survenir dans la croissance du reste du corps. Il est possible que certains nains ou rachitiques tirent de là quelque avantage au point de vue physiologique, mais c'est bien douteux lorsqu'il s'agit d'un dégénéré comme Mazar., et il est probable que, chez celui-ci, la supériorité du volume cérébral était annihilée par des défauts intimes dont l'étude relève de l'histologie.

A défaut de cette étude, j'ai pu faire celle des circonvolutions cérébrales. Les deux hémisphères cérébraux ayant été moulés habilement par mon savant collègue M. Chudzinski, j'ai dessiné les moulages au moyen du stéréographe de Broca et les deux figures ci-jointes me dispenseront d'une description détaillée.

Chacune des deux premières représente à la fois les faces externe, supé-

(1) L. Manouvrier, *Rech. sur l'interprétation de la quantité dans l'encéphale.* Mém. de la Soc. d'Anthr. de Paris.
(2) *Ibidem.*

rieure, antérieure et postérieure, car les hémisphères, conservés dans l'alcool, se sont aplatis complètement dans le vase qui les contenait. Cet aplatissement a pu produire quelques altérations dans la forme et la direction de certains plis, mais il n'a pu modifier la disposition générale, ni le degré de complication, ni les connexions des circonvolutions.

Voici les principales particularités que présente la face convexe des hémisphères :

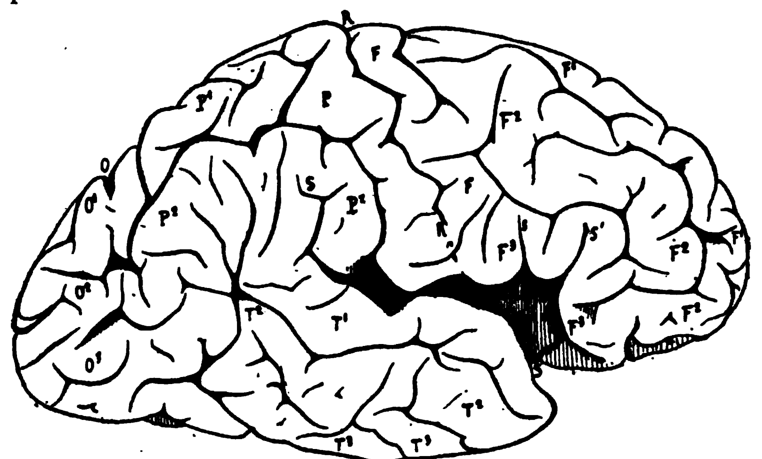


Fig. 1. — Hémisphère droit. Face externe.

— Le lobe de l'insula est à découvert dans une grande étendue, mais il est possible que ce fait soit dû en partie à l'aplatissement des hémisphères et à l'atrophie sénile des circonvolutions voisines.

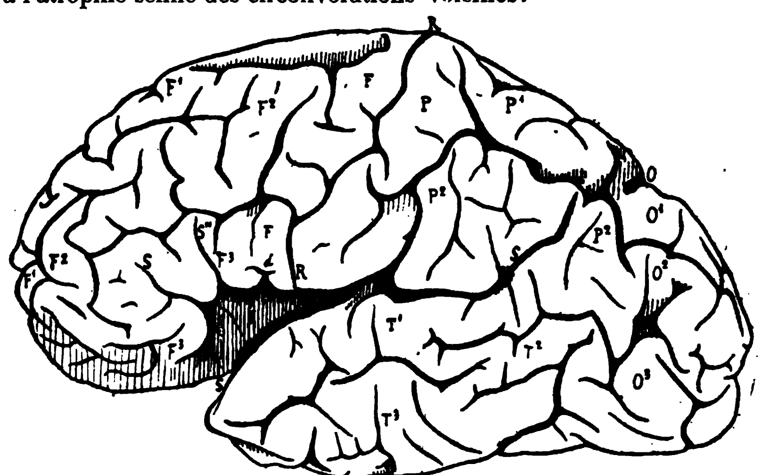


Fig. 2. — Hémisphère gauche. Face externe.

— La scissure de Sylvius, à droite, envoie une branche ascendante dans le sillon postrolandique, lequel se continue avec le sillon pariétal, et ce der-

nier se continue lui-même avec le premier sillon occipital, de sorte que la seconde circonvolution pariétale tout entière se trouve entourée d'un sillon ininterrompu qui la sépare de la circonvolution pariétale ascendante, de la première pariétale et de la première occipitale. Dans cette sorte de lobule viennent se terminer la scissure de Sylvius et le premier sillon temporal.

A gauche, il en est de même, avec cette différence que le lobule formé



Fig. 3. — Hémisphère droit. Face interne.

par la deuxième pariétale est divisé en deux parties par un prolongement de l'extrémité postérieure de la scissure de Sylvius, qui fait presque communiquer celle-ci avec le sillon pariétal.

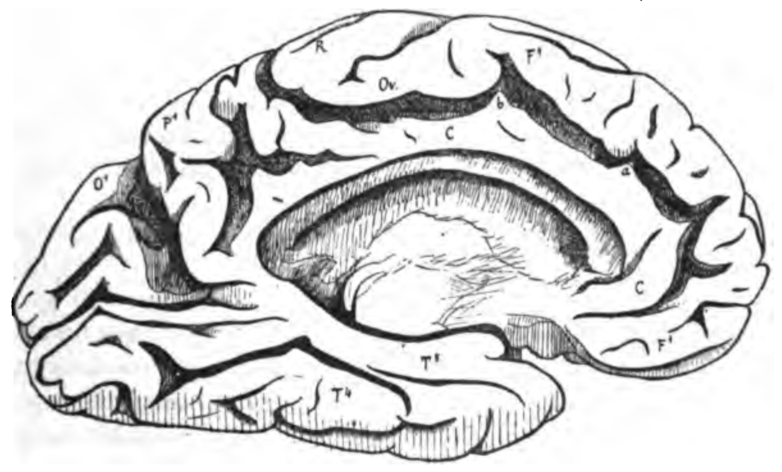


Fig. 4. — Hémisphère gauche. Face interne.

— La scissure de Rolando, à droite, est interrompue à sa partie inférieure par un pli anastomotique *n*, qui unit les deux circonvolutions ascen-

dantes. A gauche, cette scissure se prolonge presque jusque dans la scissure de Sylvius.

— La scissure calcarine est interrompue, à droite, dans sa portion postérieure, par un pli anastomotique superficiel *m* et vertical, qui unit les trois dernières circonvolutions occipitales.

— La circonvolution du corps calleux *c*, à gauche, est aussi large à sa partie antérieure qu'à sa partie postérieure, caractère d'infériorité. Du même côté, cette circonvolution est complètement séparée de la première frontale, par suite de l'absence ou tout au moins de l'atrophie des plis de passage prélimbique et préovalaire. A droite, ces plis de passage existent et sont superficiels, mais ils sont coupés par une anfractuosité.

— La première frontale est mince dans toute son étendue.

— Le lobule ovalaire présente, sur les figures ci-jointes, la terminaison de la scissure de Rolando, mais ce fait résulte sans doute de l'aplatissement artificiel subi par les hémisphères.

— Le lobule quadrilatère est bien développé des deux côtés, ainsi que le lobe occipital.

— La troisième frontale gauche paraît, au premier abord, très compliquée, mais il faut remarquer que la branche *d* de la scissure de Sylvius n'appartient pas à cette circonvolution; elle est située en arrière du sillon prérolandique et pénètre en réalité dans la frontale ascendante. La véritable branche ascendante de la scissure de Sylvius est donc S″, et, dès lors, la troisième frontale est en réalité très peu développée, comme l'ensemble du lobe frontal. L'exiguïté de ce lobe est manifeste et permet de qualifier d'inférieur le cerveau de Mazar.

— La pariétale ascendante, à gauche, est très mince à sa partie moyenne et présente la forme d'un bissac.

— La première temporale, à gauche, est très large, comme si elle avait suppléé à l'insuffisance de la seconde. Celle-ci est réduite à un pli court et mince, qui semble être une simple bifurcation de la partie postérieure de la première.

Crâne, vertèbres et fémur.

L'endocrâne présente de nombreux sillons, qui indiquent une vascularisation anormale. A ce fait doit être rattachée la dilatation des deux trous pariétaux. Nombreuses empreintes des corpuscules de Pacchioni.

Les empreintes des circonvolutions sont nulles et cela semble indiquer que la capacité crânienne excédait plus que d'ordinaire le volume de l'encéphale, fait dont j'ai admis plus haut la probabilité, à propos de l'équivalent pondéral de la capacité crânienne.

— La suture lambdoïde présente quelques os wormiens, dont plusieurs

semblent avoir disparu en même temps que la partie supérieure de la suture lambdoïde synostosée. L'écaille occipitale était projetée légèrement en arrière. — La suture sagittale est presque entièrement synostosée. On voit encore extérieurement la suture coronale, qui était peu compliquée.

— Il existe une large fossette vermienne.

— Les trous condyliens sont aplatis de haut en bas. Ce caractère se rattache aux faits suivants :

Toute la région du trou occipital a été refoulée en haut. La direction de ce trou est telle qu'une ligne droite, passant par le basion et par l'opisthion, va atteindre la suture nasale. L'apophyse basilaire est courte et semble atrophiée.

Les condyles de l'occipital sont complètement aplatis et effacés. Toutes ces parties ont certainement subi une compression à laquelle elles n'ont pu résister et qui est encore indiquée par un aplatissement des trois premières vertèbres cervicales envoyées par M. Doutrebente.

Une autre particularité curieuse est la disparition presque complète de l'apophyse odontoïde, par suite d'une atrophie probablement consécutive à une pression exercée sur elle par le bulbe rachidien, gêné par l'aplatissement et le refoulement de la région du trou occipital.

Il était intéressant de noter ces caractères, car ils sont évidemment ici l'effet du rachitisme, et cela peut nous éclairer au sujet des crânes isolés sur lesquels nous constatons les mêmes caractères. Le reste du crâne de Mazar. est si régulièrement conformé, que personne n'eût attribué ce crâne à un nain rachitique, en l'absence de renseignements sur sa provenance. Les caractères que je viens de relever sur la région occipitale présentent donc une réelle importance au point de vue du diagnostic du rachitisme sur un crâne isolé d'origine inconnue.

Le fémur gauche de Mazar., dont M. Doutrebente a bien voulu faire don également au musée Broca, présente une déformation curieuse à sa partie supérieure. Le col du fémur, affaibli par la maladie osseuse, n'a pu supporter le poids du corps et s'est affaissé au point que la tête fémorale est descendue à plus de quatre centimètres au-dessous du bord inférieur du grand trochanter, au lieu de se trouver située à plusieurs centimètres au-dessus. Le reste du fémur est normal; c'est le col seul qui a cédé. Mais, fait intéressant, la diaphyse de l'os présente exactement la forme des fémurs dits à colonne ou à pilastre. C'est une preuve de plus que cette forme, si souvent constatée sur les fémurs préhistoriques et particulièrement sur les squelettes platycnémiques (1), résulte d'un travail exagéré du membre inférieur. Mazar., en effet, était obligé de marcher dans une

(1) L. Manouvrier, *Mém. sur la platycnémie chez l'homme et chez les Anthropoïdes*. Mémoires de la Soc. d'Anthr. de Paris, 1888.

attitude penchée à gauche et de faire ainsi supporter à son fémur gauche tout le poids de son corps. Il lui fallait donc avoir recours, de ce côté, à un travail musculaire considérable pour se maintenir en équilibre.

M. le Dr P. TOMMASINI

A Oran.

LES JUIFS INDIGÈNES

— *Séance du 2 avril 1888* —

Ayant assisté pendant quelques années aux opérations du conseil de revision, dans l'arrondissement de Mascara, comme membre du conseil général d'Oran, j'ai été frappé par le grand nombre de jeunes conscrits juifs reconnus impropres au service militaire. De plus, ceux qui étaient incorporés étaient généralement moins forts et moins robustes que les Français et Espagnols de la même classe. Pourtant, parmi ces derniers, le plus grand nombre habitent des pays malsains et se livrent aux travaux pénibles de l'agriculture; ils sont, par conséquent, exposés aux fièvres intermittentes et aux cachexies palustres qui affaiblissent la constitution et provoquent l'engorgement des viscères abdominaux.

Les Juifs, au contraire, se livrant exclusivement au commerce et habitant les villes ou les villages en voie de prospérité et déjà assainis, échappent à ces causes de débilitation, d'autant plus que l'acclimatement étant plus complet chez eux, l'effet de la malaria leur est moins funeste. Leur faiblesse constitutionnelle me paraît donc inhérente à leur genre de vie et doit être attribuée à la vie sédentaire, aux mariages consanguins et peut-être aussi à la débauche précoce.

Je m'étais d'abord demandé si cette situation n'était pas particulière à l'arrondissement de Mascara, mais après avoir interrogé mes collègues et les médecins militaires qui assistent aux opérations du recrutement, j'ai acquis la certitude qu'il en est de même dans tous les arrondissements de la province d'Oran.

M. Demaeght, commandant de recrutement, ayant mis gracieusement ses registres à ma disposition, j'ai pu en extraire le tableau suivant qui rend un compte assez exact des opérations du recrutement dans le département pour une période de six années, de 1881 à 1886 inclusivement.

OPÉRATIONS DU CONSEIL DE REVISION DU DÉPARTEMENT D'ORAN DE 1881 A 1886

ANNÉES	1re SECTION INCORPORÉS			2e SECTION DISPENSÉS			3e SECTION ENGAGÉS VOLONTAIRES			4e SECTION SERVICES AUXILIAIRES			5e SECTION AJOURNÉS			6e SECTION EXEMPTÉS			TOTAL
	Français	Espagnols	Juifs	Français	Espagnols	Juifs	Français	Espagnols	Juifs	Français	Espagnols	Juifs	Français	Espagnols	Juifs	Français	Espagnols	Juifs	
1881	251	103	95	53	10	10	131	25	9	12	9	5	7	6	4	69	28	32	859
1882	210	107	81	46	15	6	158	27	8	30	17	10	19	5	12	50	35	24	860
1883	196	101	83	46	15	9	187	18	9	17	9	5	12	»	20	79	64	36	906
1884	212	126	78	53	22	16	173	13	10	19	11	5	23	»	21	60	49	26	917
1885	192	98	75	42	26	11	143	17	9	17	13	3	29	»	23	61	58	42	859
1886	253	119	89	41	20	10	167	11	15	28	22	9	19	»	26	65	40	19	953
TOTAL	1.314	654	501	281	108	62	959	111	60	123	81	37	109	11	106	384	274	179	5.354

Dans l'espace de six ans, les opérations du recrutement ont porté sur 5,354 jeunes gens qui se répartissent de la manière suivante :

Français.	3,170
Espagnols.	1,239
Juifs	945

Sur ces 945 Juifs, 623 ont été reconnus aptes à faire un service actif et 322 ont été exemptés, ajournés ou versés dans les services auxiliaires.

Par conséquent, 34 0/0 des inscrits ont été reconnus impropres au service militaire actif, tandis que pour les Français la proportion est de 19.43 0/0. Si l'on examine les motifs d'exemption, nous trouvons parmi les exemptés :

Pour maladies des yeux	66
» maladies du cuir chevelu	43
» faiblesse générale.	8
» maladies du cœur.	8
» maladies articulaires	8
» lésions du testicule.	7
» tuberculose	6
» scrofule	5
» rachitisme.	4
» épilepsie.	4,etc., etc.

Parmi les ajournés, 101 ont été ajournés pour faiblesse générale et 5 seulement pour défaut de taille.

Ceux qui ont été versés dans les services auxiliaires étaient atteints de taies de la cornée, d'alopécie, de varicocèle et d'arrêt de développement.

Bien que l'engagement volontaire présente des avantages sérieux, il n'y a qu'un nombre insignifiant de Juifs ayant devancé l'appel, c'est-à-dire 60 en six ans.

Ce chiffre prouve plus éloquemment que tous les raisonnements, la répugnance qu'ils éprouvent pour le service militaire. L'appoint qu'ils apportent à l'armée d'Afrique est médiocre comme quantité et surtout comme qualité. Les Juifs indigènes se plient difficilement à la discipline militaire et leur lâcheté est proverbiale. Or, sur le champ de bataille, la lâcheté est contagieuse encore plus que le courage, de sorte que leur présence dans l'armée pourrait constituer un danger le jour où l'on se trouverait en présence de l'ennemi. D'un autre côté, les indigènes musulmans, qui nous fournissent d'excellentes troupes, ont pour les Juifs une telle aversion et un tel mépris qu'on ne pourra jamais les forcer à combattre dans les mêmes rangs et, en cas d'insurrection, leur défection est à craindre.

Ces raisons nous obligent à conclure que l'incorporation des Juifs indigènes dans l'armée d'Afrique constitue une faute grave et pourrait devenir un danger dans un avenir prochain.

M. MOHAMED-BEN-NEKKACH

A Inkermann (Algérie).

RECHERCHES SUR LE TRAITEMENT DE LA DIPHTÉRIE PAR LE PERCHLORURE DE FER ET LE LAIT (1)

— Séance du 30 mars 1888 —

Les conclusions que j'ai formulées à la suite de mon premier article sur le traitement de la diphtérie par le perchlorure de fer et le lait, ne sont pas de nature à rendre cette médication absolument infaillible. J'ai voulu dire que cette méthode, qui a à son actif de nombreuses et légitimes guérisons, mérite d'attirer l'attention du public médical et de prendre rang parmi les médications dites spécifiques, à la seule condition d'être administrée, dès le début de la maladie, avec une régularité scrupuleuse.

Comme dans toute maladie à traitement spécifique, il y a des succès et des revers. Ne rencontre-t-on pas, d'ailleurs, des fièvres intermittentes absolument rebelles à la puissante action du sulfate de quinine?

J'ai cité dix-huit observations de diphtéries pharyngiennes ou pharyngo-laryngées, sur lesquelles j'ai obtenu dix-sept guérisons. J'ai également fait connaître des cas dans lesquels des malades n'ayant pas été soignés par cette médication ont tous succombé. D'autres observateurs ont également cité de nombreuses guérisons, non moins évidentes, obtenues par le perchlorure de fer et le lait.

A côté de ces guérisons remarquables, il peut certainement exister des formes de diphtérie dans lesquelles la médication de M. Aubrun peut échouer; mais ici, je le crois, tout doit dépendre de la qualité du terrain; une organisation délicate, viciée ou entachée de diathèse, résiste moins, et conséquemment reste beaucoup plus exposée aux complications qu'une constitution saine et robuste.

(1) La première partie de ce travail a été publiée dans le n° 44 de la *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, année 1887.

Je n'ai pas eu de croup pur à soigner par cette méthode; mais je pense que dans ce cas la guérison est plus difficilement obtenue que lorsqu'il y a seulement de l'angine ou que celle-ci prédomine; très probablement à cause de la délicatesse des tissus et de l'étroitesse du larynx. Je suis cependant convaincu que l'administration hâtive du perchlorure de fer et du lait arrête, de la façon là plus nette, la maladie dans sa marche, la cantonne et l'empêche de se propager dans les organes voisins.

La gravité de la diphtérie est de beaucoup supérieure à celle des autres maladies à médicaments spécifiques et, lorsque cette cruelle affection atteint un être aimé, les parents s'affectent et perdent tout sang froid; ils écoutent toutes les matrones et les rebouteurs qui, à la nouvelle de la maladie, n'accourent que pour donner les conseils les plus mauvais et les plus funestes; le plus souvent le médecin n'est appelé qu'en dernier lieu et quelquefois lorsqu'il ne reste plus rien à faire. Celui-ci, après avoir vu le malade, formulé son ordonnance et réitéré ses conseils, se retire; mais aussitôt les divagations du charlatanisme reprennent le dessus, pour faire abandonner le traitement le plus rationnel. On perd ainsi un temps précieux, et la maladie, qui malheureusement n'attend pas, marche avec rapidité et tue le malade. Après cette funeste terminaison, les mauvais conseillers s'envolent et le tout est mis sur le compte du médecin et du traitement qu'il a ordonné!

En thérapeutique, pour juger sainement de la valeur réelle d'une médication, il ne suffit pas d'ordonner le remède, de recommander aux parents de le donner régulièrement et de ne revenir que vingt-quatre heures après; il importe, au contraire, de surveiller l'administration de ce remède, de s'assurer par soi-même s'il est administré exactement comme il a été prescrit, et de revoir souvent le malade sans compter sur le zèle des parents ou la vigilance des infirmiers.

Je sais que ces préceptes sont assez difficiles à suivre à l'hôpital et dans la clientèle de ville; mais, dans un village où le médecin a des heures de loisir, cela est facile et constitue un passe-temps utile pour lui. L'important est de trouver des parents intelligents, capables de fermer les oreilles à tous les conseils malfaisants qui émanent des personnes étrangères à la médecine. C'est en tenant compte de ces considérations, que j'ai voulu avoir le cœur net sur l'efficacité de la méthode de M. Aubrun. Je me suis conformé, en tous points, à cette manière de voir, qui m'a conduit à cette conclusion : Que, le plus souvent, l'insuccès résulte de l'aveuglement des parents influencés, n'ayant pas tenu compte des prescriptions absolues du médecin. L'observation suivante que je vais relater dans tous ses détails en est une preuve :

Mon petit malade est un enfant de vingt mois, maigre, pâle et de constitution délicate. Il a eu, le 11 juillet dernier, une extinction de voix presque complète,

pour laquelle je l'ai soigné, et qui a cédé à un vomitif et à quelques précautions hygiéniques. Actuellement il est malade depuis deux jours, et hier il a passé une bien mauvaise nuit, qui a décidé les parents à me faire appeler.

Aujourd'hui, 22 octobre 1887, je constate que cet enfant a la voix rauque, la respiration difficile et la fièvre assez forte; les ganglions sous-maxillaires sont tuméfiés et douloureux. L'examen de la bouche me révèle que les amygdales sont grosses, rouges et parsemées çà et là, ainsi que le reste de la gorge, de fausses membranes blanchâtres.

Traitement : Le malade ayant déjà vomi hier, je n'ai pas cru nécessaire de le fatiguer par un nouveau vomitif. En conséquence, je prescris trente gouttes de perchlorure de fer dans un verre d'eau, et un litre de lait; puis je recommande aux parents de faire prendre à l'enfant, toutes les cinq minutes, une cuillerée à bouche de chacun de ces médicaments. Le pinceau en charpie, chargé de la solution concentrée de perchlorure de fer, introduit dans la gorge trois fois dans la journée, a ramené plusieurs fausses membranes, et a légèrement cautérisé la muqueuse sous-jacente.

Le 23 au matin, la voix est plus claire, l'enfant est allé du corps, mais il est plus abattu et plus fatigué. La mère m'avoue que, pendant la nuit, elle a cessé le traitement pour faire prendre au malade de l'ail pilé mélangé d'huile, sous prétexte que son enfant n'avait que des vers qui lui montaient à la gorge. Cette mixture lui avait été conseillée par une vieille femme qui se connaissait beaucoup dans la médecine.... ajouta-t-elle!

Je rétablis le traitement et je recommande de rechef au père et à la mère de ne pas s'en écarter; mais à quatre heures de l'après-midi, je remarque que la solution de perchlorure de fer est grisâtre et laisse voir un dépôt noir au fond du bol. A ma demande d'explications, la mère me répond que la vieille matrone lui avait conseillé de chauffer le remède, parce que, sous cette forme, il agirait mieux qu'à froid!

La fièvre est plus forte, l'enfant est plus pâle et le tirage permanent est établi.

A huit heures du soir, l'agitation est extrême, la voix éteinte, le pouls petit, irrégulier et la face bleuâtre annoncent la période d'asphyxie. L'enfant meurt le lendemain 24, à sept heures et demie du matin.

Le 5 décembre suivant, à la suite de quatre jours de pluie continue et d'humidité, quatre enfants furent atteints d'angine diphtéritique presque simultanément. Un de ces malades, une fille de six ans, qui avait été soignée par ses parents, et auprès de laquelle je n'ai été appelé que le sixième jour, alors qu'il était trop tard, mourut le lendemain de ma visite, à huit heures du matin.

Les trois autres malades auprès desquels j'ai été appelé dès le début, furent soignés par le perchlorure de fer et le lait.

Le premier de ces enfants, âgé de deux ans, est mort d'une autre maladie après sa guérison.

Le deuxième, âgé de dix-huit mois, fort et vigoureux, que j'ai déjà soigné de la même affection au mois de juin 1887, n'a pas eu, à la vérité, de fausses membranes. Sur lui, je n'ai constaté qu'un peu de rougeur du pharynx et une énorme tuméfaction des amygdales. Cet enfant prit le traitement pendant trois jours, et au bout de ce temps tout rentra dans l'ordre.

Le troisième est un enfant de trois ans et demi, gros et de constitution lymphatique. Il a des fausses membranes dans les fosses nasales et dans le pharynx; les ganglions sous-maxillaires sont gros et douloureux. Les fausses membranes qui, le premier jour, étaient blanchâtres et épaisses, sont devenues, sous l'influence

du traitement, grisâtres, ratatinées et peu adhérentes, de sorte que le pinceau les enlevait avec la plus grande facilité. Le mal ne s'est pas propagé ; il est resté limité au pharynx. La guérison a eu lieu au bout de huit jours.

Pendant la convalescence, ce malade a eu un petit abcès dans la région parotidienne gauche, abcès qui, une fois ouvert, s'est très vite cicatrisé. Aujourd'hui cet enfant est frais, rose et bien portant.

Il n'y a pas eu d'autres malades dans le village.

Ces observations montrent encore, une fois de plus, la spécificité du perchlorure de fer dans la diphtérie, ainsi que toutes les conséquences qu'entraînent l'intervention de personnes étrangères à la médecine et la mauvaise foi de parents peu intelligents.

Un des cinq malades n'ayant pas suivi le traitement dans toute sa rigueur, a succombé. L'enfant qui a été traitée par ses parents est également morte. Enfin, les trois enfants, qui ont pris le traitement dès le début de la maladie, ont guéri. Il est donc inutile d'insister davantage sur une méthode de traitement qui a fait ses preuves, et dont les bienfaits ne peuvent être contestés, pour peu qu'on l'ait essayée conformément aux règles posées par l'auteur.

Je rappelle seulement ici que, pour réussir, il faut instituer la médication dès le début de la maladie ; l'organisme doit être saturé de bonne heure par le perchlorure de fer, c'est-à-dire avant l'explosion des phénomènes d'intoxication et d'asphyxie.

On sait que, dans la plus grande majorité des cas, la diphtérie commence par le pharynx, pour se propager de là au larynx et aux bronches, ce qui constitue toute la gravité de la maladie et fait qu'elle est presque toujours mortelle. Or, le perchlorure de fer, par ses propriétés toniques, antiseptiques et astringentes, arrête la maladie dans sa marche envahissante et en détruit le germe. Les faits répondent à l'observation clinique.

M. E.-L. BERTHERAND

A Alger.

CONTRIBUTIONS ALGÉRIENNES A LA MATIÈRE MÉDICALE

— Séance du 30 mars 1888 —

En 1859, je publiais une étude sur « les ressources que la matière médicale arabe peut offrir aux pharmacopées françaises et algériennes, » et je disais à la page 34 : « Nul doute que les études sérieuses dont ces substances

feront l'objet, ne parviennent à enrichir notre code de quelques médicaments importants. »

Fidèle à ce programme d'intérêt tout à la fois scientifique et colonial, je me suis appliqué à soumettre à l'observation clinique quelques-uns de ces produits, et la présente note a pour unique but de résumer les modestes publications dans lesquelles j'ai déposé le fruit de mes constatations.

Les voici par date alphabétique :

1° — 1868. — *Aceras anthropophora : le Faham des Arabes.*

Cette plante, abondante en Algérie, prend par la fermentation et la dessication une odeur de vanille. J'ai constaté par l'expérimentation que l'infusion est la préparation qui transmet, au plus haut degré, ses propriétés stimulantes; l'alcoolé, l'alcoolature et l'extrait ont moins d'activité thérapeutique. Le faham donne d'excellents résultats comme sudorifique dans les affections rhumatismales légères, les bronchites, les angines; comme excitant, dans les embarras gastriques, les coliques venteuses, la pleurodynie, la diarrhée non inflammatoire, les névralgies, les indigestions; comme stimulant et antispasmodique, dans l'hystérie, la dysménorrhée, l'aménorrhée asthénique; enfin, au point de vue de l'emploi hygiénique, cette orchidée remplace avec succès l'infusion de thé, dont elle offre tous les avantages de parfum et de qualités excitantes, sans en avoir l'action agaçante sur le système nerveux.

2° — 1870. — *La Globulaire turbith : le Tacelra des Arabes.*

Purgatif habituel des indigènes et des Israélites, la globularia algérienne m'a constamment paru produire des selles plus égales et moins douloureuses que le séné; une décoction de vingt à vingt-cinq grammes dans deux cent cinquante grammes d'eau pendant dix minutes donne un liquide clair, inodore, faiblement amer, qui, administré par petites tasses, de quart d'heure en quart d'heure, détermine des selles assez nombreuses.

Contrairement à l'assertion de Mérat et Delens, prétendant que l'extrait de globulaire, à la dose de deux à cinq grammes, jouit de propriétés laxatives, je n'ai jamais pu obtenir ce résultat.

La décoction de tacelra m'a donné un excellent tonique des voies digestives à la suite des embarras gastriques et des diarrhées anciennes. Des accès de goutte ont été, sous mes yeux, souvent abrégés, parfois entièrement dissipés, par le seul emploi prolongé de cette plante.

Enfin, des convalescences longues, des états de langueur, des catarrhes pulmonaires, m'ont paru se dissiper assez promptement, l'appétit, les forces et le sommeil étant ramenés.

3° — 1876. — *L'Eucalyptus au point de vue de l'hygiène en Algérie.*

Une enquête que j'avais sollicitée de la Société climatologique d'Alger sur la valeur assainissante de cette myrtacée, m'a permis, au moyen de quarante-sept réponses, d'établir que l'eucalyptus a une influence hygiénique irréfragablement démontrée en Algérie, — que partout où il a été cultivé en massifs, les fièvres intermittentes ont largement diminué en intensité, en fréquence et en gravité, — enfin, que des terrains marécageux ou incultes ont été ainsi assainis ou transformés au grand bénéfice des intérêts particuliers et de la colonisation.

J'ai ensuite étudié le mode d'action salubrifiante de l'eucalyptus dans ses divers éléments, ainsi émanations, racines, feuillage, ombrage, tige, écorce, etc.; puis son influence forestière sur la qualité de l'air, sa température, les vents, les pluies, etc.

Suivent des indications sur l'utilisation de cette myrtacée dans les constructions domiciliaires, l'éclairage, le chauffage, la préservation insectifuge, la production du miel, les propriétés antiputrides, les applications à l'hygiène oculaire, à l'hygiène morale, enfin comme correctif du narcotisme nicotinique, des douleurs de gorge, de l'oppression, de l'asthme, etc.

4° — 1877. — *Les Koheuls arabes.*

Ainsi qu'on le fait dans tout l'Orient, les Arabes et les Israélites ont coutume de colorer en bleu noirâtre le pourtour de la fente palpébrale, à l'aide d'un bâtonnet trempé dans de la poudre de sulfure d'antimoine, pour rehausser l'éclat des yeux, prévenir les ophtalmies, assurer à la vue plus de netteté et de limpidité, faire disparaître certaines affections oculaires, et faire surtout cesser l'écoulement immodéré des larmes.

N'obtenant pas toujours des effets identiques avec les koheuls du commerce, j'ai demandé à l'analyse chimique le secret de ces différences : les uns contenaient, outre le sulfure d'antimoine, de la myrrhe, ou du camphre ou du musc, ou du sulfate de cuivre, ou du sulfure de plomb, ou de l'alun calciné, ou du sous-carbonate de cuivre, ou du clou de girofle, ou du chlorhydrate d'ammoniaque, ou du sous-acétate de cuivre, ou du safran, ou du poivre noir, ou de la gomme-résine d'euphorbe, ou du goudron, ou du vinaigre, ou du suc d'ail, d'oignon; d'autres se composaient tout simplement de charbon de laurier-rose, ou de noir de fumée, ou de poudre de dattes carbonisées, etc.

Ramenant cette composition panachée à ses trois substances le plus ordinairement employées, — le sulfate de cuivre, le charbon et le sulfure d'antimoine, — j'ai établi des formules régulières pour la confection de

poudres, de pommades et de crayons. Leur emploi m'a depuis longtemps démontré que l'application en est bien mieux supportée, bien moins douloureuse que celle de nos pommades usuelles et de nos crayons de nitrate d'argent ou de sulfate de cuivre; j'en ai tiré depuis longtemps les meilleurs résultats, soit comme préservatif des affections oculaires, soit comme moyen curatif des conjonctivites granuleuses.

5° — 1878. — *Le Musc de Gazelle.*

Pendant mon séjour dans le Sahara, j'avais été frappé de la forte odeur des fèces de l'antilope Dorcas, et je me demandais s'il ne serait point possible de les substituer avantageusement au produit spécial du chevrotain, si souvent, à cause de son prix élevé, l'objet de honteuses falsifications.

Je provoquai une analyse chimique de ces matières excrémentitielles de la gazelle : elles contiennent, comme principe actif, une substance résineuse analogue au musc et de l'acide benzoïque, en tout sept pour cent, solubles dans l'alcool.

Dans mes essais, j'ai donné la teinture des fèces par quatre à six gouttes dans une demi-tasse d'infusion de feuilles d'oranger : j'en ai conclu que la gazelle fournit un succédané très économique, très actif, du musc du chevrotain, et applicable dans les gastralgies flatulentes, les accidents ataxiques des pneumonies, fièvres typhoïdes et intermittentes, les névroses (coliques, dysménorrhées, hystérie, convulsions, coqueluche, etc.), et pouvant, au point de vue industriel, jouer un rôle important dans la parfumerie.

1878. — *L'Arenaria rubra dans la gravelle et le catarrhe vésical.*

Ayant appris que la sabline rouge jouissait en Sicile et à Malte d'une certaine réputation dans les affections vésicales, et considérant, d'autre part, que cette caryophyllée abonde sur notre littoral algérien, je résolus de contrôler les heureuses propriétés portées à son actif. L'analyse chimique m'ayant fait connaître qu'elle renfermait plus de cinq pour cent de chlorure de potassium, de carbonate de potasse et de soude, j'en fis confectionner des pilules d'extrait aqueux et un sirop. L'observation clinique a démontré que l'*arenaria rubra* jouit de propriétés actives et efficaces contre le catarrhe vésical aigu ou chronique, purulent ou sanguinolent, contre la dysurie, la cystite, la lithiase urique; que son emploi facilite l'évacuation des graviers et constitue ainsi un calmant prompt et énergique des coliques néphrétiques, enfin que son usage est inoffensif et n'a déterminé aucun accident, aucune fatigue chez les personnes qui en ont fait même un essai prolongé.

Ultérieurement, les pilules de sabline rouge ont produit de remarquables

résultats contre le rhumatisme, la goutte, la blennorragie aiguë, les maladies de cœur.

1882. — *Le noyau de dattes au point de vue des propriétés alimentaires, thérapeutiques et industrielles.*

Alors que j'étais en garnison à Biskra, j'avais été intrigué de voir les indigènes nourrir les chevaux, les chameaux, les ânes, les chèvres avec des noyaux de dattes finement pilés ou simplement ramollis dans de l'eau bouillante. Grâce à une analyse chimique, je sus bientôt que ces graines contenaient cinquante-cinq pour cent de cellulose, sept d'huile, plus de six de pectose, deux de résine, trois de glucose, un de gomme, et plus de six de pectose insoluble susceptible de se transformer en pectine soluble qui, à son tour, se change en dextrine. Quelques expérimentations sur des chèvres me faisaient ensuite constater qu'en cinq jours d'ingestion supplémentaire de noyaux de dattes, la quantité de lait fournie dans les vingt-quatre heures par les chèvres avait augmenté de moitié, et de plus, que sous l'influence de ce régime spécial, la quantité de beurre, de sucre et des matières fixes allait progressivement en croissant. La propriété nutritive et partant lactifère du noyau de dattes était donc démontrée, ce qui confirmait la pratique saharienne.

En mâchant de la poudre de noyaux de dattes à l'état frais, j'avais été frappé de sa saveur styptique. Son application, utile dans certains cas de dyspepsie et de diarrhée atonique, m'a été dévoilée par l'administration de trois à quatre pilules de deux décigrammes de cette poudre.

Un médecin arabe, Abderrezzaq, a dit que la poudre de noyaux de dattes grillées constitue un collyre sec qui empêche la chute des cils. J'ai fait confectionner des crayons avec de la vaseline et de la poudre extrêmement tine de semences carbonisées de dattes, et les attouchements, les confrications légères de la face interne des paupières, avec l'extrémité arrondie de ces cylindres, ont suffi pour guérir des blépharites glanduleuses et des blépharites granuleuses. On a alors l'avantage de ne point provoquer de douleurs comme avec le nitrate d'argent.

Quand on examine attentivement un noyau de datte, on constate sa longueur moyenne de trois centimètres, sa largeur de sept à huit millimètres, une extrémité pointue et l'autre arrondie : on a donc un fuseau ovoïde très allongé, un petit crayon tout préparé, facile à maintenir entre les mors d'une pince à pansement. Je le fais chauffer à la flamme d'une bougie, de manière à obtenir un cylindre carbonisé au rouge-blanc en deux minutes, et qui garde cette coloration pendant trois minutes, temps suffisant pour le promener sur une blessure, faire des ponctuations ignées, des attouchements cautérisants au fond d'une plaie, etc.

Enfin, la poudre de noyaux de dattes grillées servant à falsifier le café, j'ai donné une coupe microscopique de son organisation cellulaire, ce qui permet de reconnaître la supercherie.

1886. — *Le Lantana et la Lantanine.*

Le *lantana brasiliensis*, qui décore la plupart des clôtures des jardins algériens, est riche en huile essentielle; aussi ai-je fait une heureuse application de ses feuilles et de ses fleurs en décoction, et sous forme de bains de siège, dans les coliques aiguës des diarrhées rhumatismales, dans les douleurs de la menstruation chez les anémiques, et en injections tièdes dans les écoulements vaginaux muco-purulents.

1886. — *Le Belombra.*

Les essais que j'ai tentés avec le *phytolacca* ont établi que le suc des baies et des feuilles est purgatif à la dose de vingt à trente grammes; on double la quantité si l'on veut obtenir des selles très copieuses. Seulement, l'amertume de ce liquide en rendra peu populaire l'administration thérapeutique.

Le même suc, appliqué sur la peau, l'irrite médiocrement.

Son action laxative doit en faire surveiller l'emploi comme colorant des liquides et sirops destinés à l'alimentation.

Contrairement à l'assertion des auteurs, que la racine renfermait une abondante provision de fécule, une analyse chimique que j'ai provoquée a démontré qu'elle n'en contient pas.

On prétend que les feuilles se mangent en guise d'épinards aux Indes. Je n'ai trouvé à cette préparation culinaire qu'un goût détestable, une amertume nauséabonde.

1888. — *Le Goyavier et la Gouafine.*

Parfaitement acclimatées dans le nord de l'Afrique, diverses variétés de *Psidium* m'ont fourni des applications médicales fort intéressantes :

La pulpe du fruit est aromatique, d'un goût de framboise mêlee de térébenthine. J'ai souvent constaté son efficacité dans les diarrhées.

L'infusion théiforme de ses feuilles, dont j'ai comparé la composition chimique et démontré l'analogie avec celle des thés hyswen et du Congo, deviendra une excellente et agréable boisson contre l'alanguissement, la perte d'appétit, les digestions laborieuses, etc.; leur pulvérisation ou leur transformation et extrait permettent d'en utiliser les propriétés sous forme de poudres, de pilules, de sirop, de teintures, de vins dont j'ai donné les formules.

L'observation clinique et l'analyse chimique m'ont démontré toute l'importance médicale de l'écorce, qui renferme trente-quatre pour cent de cel-

lulose, douze de tannin et près de deux de résine. Cette dernière, à laquelle j'ai attribué le nom de *Gouafine*, administrée isolément, produit des résultats caractéristiques comme tonique.

Au résumé, les diverses préparations du produit trahissent des qualités névrosthéniques qui en ont indiqué l'emploi dans les diarrhées, la dyspepsie, les vomituritions des fièvres palustres, les sueurs profuses, les hémorragies, la tuberculose pulmonaire; à l'extérieur, en application sur les plaies atoniques, les ulcères, les hémorroïdes, la chute du rectum et de l'anus, les crevasses, les catarrhes vaginaux, les angines chroniques; mais c'est surtout contre les fièvres intermittentes que les pilules d'extrait de goyavier m'ont donné de beaux succès, ainsi qu'à plusieurs de mes confrères.

J'ai signalé les applications industrielles au tannage, à la teinture en noir, à la liquoristerie, etc.

1888. — *Le Souchet comestible : l'habb-el-aziz des indigènes.*

On ne connaissait guère l'emploi des petits tubercules des racines de *cyperus esculentus* que dans la pâtisserie des indigènes, et la confection d'un orgeat espagnol.

En comparant les analyses chimiques faites à Paris et à Madrid, je remarquai leur concordance au point de vue de la richesse en huile (quatorze à vingt-huit pour cent), en fécule (vingt-neuf pour cent), en sucre de canne (douze à quatorze pour cent). La fécule m'a donné d'excellents potages pour les petits enfants atteints de vomissements et de diarrhées rebelles; j'en ai fait faire de petits pains, efficaces dans le traitement des gastrites, des dyspepsies, des diarrhées anciennes; l'orgeat espagnol m'a paru doué de propriétés béchiques, pectorales.

La farine du souchet comestible, mélangée avec la pâte de cacao, fournissait un aliment bien supporté par l'estomac et très nourrissant. On tirerait excellent parti du sucre de ce tubercule, et les tourteaux donneraient une bonne eau-de-vie.

1888. — *Le Schœnus molle.*

Je présentais tout récemment à la Société de médecine pratique de Paris, la statistique de trente-quatre cas de blennorragies aiguës ou chroniques, que j'avais traitées, depuis 1885, par les pilules de fruits secs du faux poivrier finement pulvérisés. Toutes les parties de ce végétal sont empreintes d'une résine et d'un principe volatil dont la saveur et l'odeur rappellent le poivre. J'avais pensé que la pipérine (?) qu'elles paraissent contenir pourrait être avantageusement substituée au principe similaire du cubèbe. En effet, les pilules de *Schœnus molle* sont très faciles à ingurgiter, parfaitement

tolérées par l'estomac, ne fatiguent jamais les voies digestives, n'occasionnent ni vomissement, ni diarrhée; au contraire, les malades en éprouvent, au bout de quelques jours, un accroissement d'appétit et un bien-être général, effets multiples qui les rendent bien supérieures aux préparations de cubèbe. La durée moyenne de ce traitement a été de onze à douze jours; sur trente-quatre cas, je n'ai eu que trois rechutes, encore se sont-elles manifestées chez des blennorragies chroniques.

1854 et 1875. — *Sources thermales et minérales de l'Algérie.*

La carte topographique et coloriée des nombreuses sources thermo-minérales, que j'ai publiée en 1875, a consacré, d'une facon récapitulative, l'importance thérapeutique qu'elles offrent aux Algériens civils et militaires. Dès 1848, j'avais expérimenté, à l'hôpital de Téniet-el-Haad, les eaux ferrugineuses de cette localité et publié les résultats heureux de leur administration dans l'anémie, la dysenterie et l'intoxication paludéenne. En 1850, j'attirais l'attention sur les eaux gazo-ferrugineuses que le hasard m'avait fait trouver à Ben-Haroun.

Dès 1860, je publiais, dans la *Gazette des Eaux*, une notice sur l'emploi des bains de mer en Algérie.

En 1874, je plaçais sous les yeux du gouvernement général, le projet d'installer de préférence les nouveaux villages auprès des principales stations hydro-minérales de la colonie, tant dans l'intérêt de la santé des populations éprouvées par le climat, que dans celui de l'exploitation commerciale de ces sources.

Tel est, en résumé, le résultat de mes constants efforts pour mettre en relief les propriétés médicales de diverses substances végétales ou minérales qui méritent de figurer dans notre pharmacopée; en les signalant à la bienveillante attention des membres du Congrès, je m'estime très heureux d'avoir pu suivre l'exemple du vulgarisateur de la résine du Thapsia d'Algérie, notre distingué confrère de Constantine, feu le Dr Reboulleau.

M. MONDOT

Chirurgien de l'hôpital d'Oran.

DE LA CIRCONCISION ISRAÉLITE

— *Séance du 30 mars 1888* —

La première partie des comptes rendus du Congrès contient la description du procédé employé par les rabbins. Je crois intéresser les membres de l'Association en donnant le texte hébreu, sa traduction et celle des observations qui le suivent.

Je dois cette traduction à M. Moïse Weil, grand-rabbin d'Oran, qui me donne souvent et toujours avec la plus extrême obligeance, des renseignements sur la médecine des Hébreux.

יורה דעה הלכות מילה

נ : כיצר מלין חותכין את הערלה כל העור החופה העטרה עד
שתתגלה העטרה ק ואח״כ פואעין את הקרום הרך של הטה
מהעיר בצפורן ומחזירו הכאן ולכאן עד שיראה בשר העטרה ואח״כ
מוצצין המילה ער שיצא הדם מהמקומות הרחוקים כדי שלא יבא
לידי סכנה ס וכל מוהל שאינו מוצץ העבירין אותו ואחר שמיצץ
נותן עליה אספלנית או רטייה או אבק סמים העוצרים הדם :
ד י מל ולא פרע כאלו לא מל :

EXTRAIT DU CODE RABBINIQUE JÔRÉH DÈAH, HILCHÔTH MÎLAH, CH. 264 (1).

3. Comment fait-on la circoncision? — On coupe le prépuce, c'est-à-dire toute la peau qui recouvre le gland, jusqu'à ce que le gland soit découvert.

Après cela, on déchire, avec l'ongle, la peau tendre (la muqueuse) qui est sous la peau, et on ramène cette peau tendre à droite et à gauche, jusqu'à ce qu'on voie la chair du gland.

(1) La communication qu'a bien voulu nous demander M. le Dr Mondot, devant être essentiellement scientifique, nous nous sommes borné à donner au lecteur une traduction littérale, sans rechercher l'excellence du style.

On suce ensuite le membre, jusqu'à ce que le sang sorte des endroits éloignés, pour qu'il n'arrive pas (à un danger) d'accident.

Tout péritomiste qui ne pratiquerait pas la succion, il faudrait le destituer.

Après qu'on a fait la succion, on met sur le membre un bandage ou de la poudre médicamenteuse, qui arrête le sang.

4. Si le péritomiste a fait la circoncision sans avoir déchiré la muqueuse, c'est comme s'il n'avait pas fait de circoncision.

Extrait d'un commentaire sur cette partie du code rabbinique, intitulé:

מכשירי מילה, *par* אליהו בכ״ר יוסף שמאע, *Livourne, 1793.*

Le péritomiste doit mettre le membre en état d'érection. Cela lui sert à savoir jusqu'où va le gland. Alors il saisit avec ses trois doigts le prépuce, sous le gland; et quand il coupe, il doit couper près de ses doigts. Mais il doit tâcher de prendre le prépuce avec toutes ses forces, car souvent le prépuce s'échappe de sa main, ce qui peut amener un accident, s'il ne hâte pas de saisir et de couper.

Qu'il se garde aussi de pencher le couteau du côté du ventre de l'enfant.

Qu'il coupe le prépuce en une fois, de peur que la coupure ne vienne jusqu'aux testicules.

Qu'il commence à couper un peu de côté.

Après avoir coupé, qu'il jette vite le couteau et le prépuce, et se hâte de déchirer la muqueuse, avant que le sang ne couvre le trou de la muqueuse. Qu'il saisisse le membre de sa main gauche, jusqu'à ce qu'il mette l'ongle de la main droite. Après cela, qu'il saisisse la peau avec l'ongle de la main gauche, qu'il la tire un peu à lui, la déchire à droite et à gauche.

Qu'il fasse cette déchirure au-dessus du gland, de façon à découvrir tout le gland; qu'il ne fasse *absolument* pas la déchirure en bas, autrement il risquerait de mutiler les génitoires.

Souvent le membre est très petit et, après la coupure, le membre s'échappe dans le trou. Il faut donc mettre le doigt sous les bourses, et, en saisissant la peau du prépuce avec son autre main, faire ainsi la déchirure de la muqueuse.

Souvent la muqueuse a beaucoup de peaux, et le péritomiste pourrait croire que la muqueuse a déjà été déchirée, etc.

Le péritomiste fait bien d'examiner le membre avant l'opération, etc.

Le péritomiste, pour déchirer la muqueuse, doit se garder d'enfoncer les deux ongles à la fois dans le trou, mais il doit les enfoncer l'un après l'autre.

Après la déchirure de la muqueuse, il met aussitôt le membre dans la bouche, et il suce jusqu'à ce qu'il sente que le sang est sorti des endroits éloignés.

(Communiqué et traduit par M. Moïse Weil, grand-rabbin d'Oran).

M. SARDA

Chef de Clinique de la Faculté de Médecine de Montpellier.

L'ANTIPYRINE ET L'ACÉTANILIDE COMME MÉDICAMENTS NERVINS — COMPARAISON AVEC LA SOLANINE

— Séance du 30 mars 1888 —

Cette étude repose sur plus de cent trente observations. Elle a pour but de montrer les différences d'action de l'antipyrine et de l'acétanilide d'une part, de la solanine, d'autre part.

Comme médicaments nervins, les deux premières substances sont d'excellents analgésiques; elles n'ont pas une action absolument parallèle: *l'antipyrine* s'adresse plus utilement au *rhumatisme articulaire aigu*, à la *migraine*, aux *névralgies de date récente;* dans tous ces cas, la supériorité de l'antipyrine est incontestable. Il en est de même pour *les douleurs à paroxysmes* de diverse nature.

L'acétanilide est inférieure à l'antipyrine, lorsqu'il s'agit de combattre les douleurs ci-dessus; elle agit aussi bien que cette dernière contre les douleurs des *ataxiques*, le *rhumatisme chronique*. Dans ce dernier cas, dans les *névralgies de date ancienne*, la supériorité de l'acétanilide est évidente.

Contre les phénomènes d'excitation motrice, *trépidation épileptoïde, réflexes exagérés, tremblements*, l'antipyrine donne des résultats le plus souvent médiocres; elle a peu réussi contre les spasmes réflexes (*hoquet. éructations*) *des hystériques;* elle a donné des résultats négatifs dans la paralysie agitante, *le tic douloureux de la face*. Dans tous ces cas, *l'acétanilide réussit mieux*, sauf dans la *paralysie agitante*, où elle est sans succès.

Ces deux médicaments sont très rarement suivis d'accidents, tels que:

vomissements, exanthèmes, sueurs profuses. La tolérance gastrique est plus grande pour l'acétanilide.

La *solanine* est un médicament nervin, très utile toutes les fois que l'on veut obtenir une action dépressive sur le bulbe et la moelle ; elle amène la parésie pour les nerfs moteurs, l'analgésie pour les nerfs sensitifs.

Inefficace dans le *rhumatisme articulaire aigu*, la solanine réussit très bien contre le rhumatisme musculaire, elle agit aussi bien que l'acétanilide pour calmer les douleurs liées à *l'ulcère de l'estomac*, ainsi qu'il résulte de trois observations. Elle est bien supérieure à l'antipyrine et à l'acétanilide dans le traitement des *sciatiques anciennes* et rebelles, surtout au cas de névrite. Elle calme aussi bien que ces deux substances les douleurs des *ataxiques*.

C'est surtout comme modérateur *de l'excitation motrice* que la *solanine* est un médicament précieux. Dans deux observations de myélite chronique, avec douleurs fulgurantes et trépidation épileptoïde, les résultats ont été très remarquablement rapides et constants. Les douleurs et la trépidation ont été supprimées. Des *tracés de trépidation* montrent bien cette influence.

Dans un cas de *sclérose* en *plaques*, avec tremblement très étendu du membre supérieur gauche, les résultats ont été plus remarquables encore. Après quatre jours de traitement, le tremblement était presque nul : il avait disparu complètement le sixième jour.

Dans la *paralysie agitante*, le *tic douloureux* de la face, *l'hémiathétose post-hémiplégique*, les résultats sont moins accusés ; mais les doses ont été trop peu élevées pour qu'il soit permis de nier l'efficacité de la solanine dans ces divers cas. La légère amélioration qui s'est produite fait espérer que la solanine pourra combattre efficacement les phénomènes douloureux et moteurs de ces maladies. La dose moyenne est de vingt-cinq ou trente centigrammes par jour. La tolérance est parfaite.

M. L. MOREAU

Professeur suppléant à l'École de Médecine d'Alger.

Et M. A. COCHEZ

Chef de clinique médicale à l'École de Médecine d'Alger, ancien Interne des hopitaux de Paris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU TRAITEMENT DES MALADIES DES VOIES RESPIRATOIRES ET PARTICULIÈREMENT DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE PAR LES INHALATIONS D'ACIDE FLUORHYDRIQUE

— Seance du 30 mars 1888 —

Lorsque parut le rapport de MM. Hérard, Féréol et Proust, sur les expériences de MM. Seiler et Garcin, au sujet du traitement des maladies des voies respiratoires et surtout de la phtisie pulmonaire par les inhalations d'acide fluorhydrique, — la grande notoriété des rapporteurs, leur indiscutable probité scientifique, leur sûreté de jugement et leur haute compétence d'une part, et, d'autre part, les séduisantes statistiques des expérimentateurs, nous firent désirer vivement d'essayer à notre tour ce nouveau moyen thérapeutique contre une maladie si redoutable, si commune, et à laquelle nous avons si souvent affaire à Alger, pays d'hiverneurs.

Mais, voulant tout d'abord vérifier sur nous-mêmes l'innocuité de la méthode, nous nous soumîmes à ce genre d'inhalation, en nous conformant, autant que possible, aux indications données dans le rapport de M. Hérard. — Nous pûmes bientôt nous convaincre que ces inhalations sont très bien supportées et tout à fait inoffensives. L'on aurait pu craindre que des vapeurs aussi corrosives fussent dangereuses pour la vue; et précisément l'un de nous, atteint d'une affection des yeux, n'était pas sans quelque appréhension à cet égard; or, loin de voir cette affection s'aggraver, il éprouva plutôt un léger soulagement par suite d'une diminution de la photophobie. De même nous redoutions un peu l'action de l'acide fluorhydrique sur l'émail des dents; mais tout s'est borné à un léger agacement, comme lorsqu'on a mordu dans un fruit vert; cet agacement n'a pas eu d'autres suites; on pouvait d'ailleurs l'éviter en suçant, pendant les inhalations, des pastilles alcalines, de borate de soude, par exemple. Mais nous nous sommes demandé si cette pratique n'avait pas pour inconvénient de fixer une partie des vapeurs fluorhydriques sous forme de fluorure de sodium, et de s'opposer à sa pénétration dans les bronches; finalement, nous y avons renoncé sans aucun dommage. Parfois nous avons constaté que, lorsque les vapeurs arri-

vaient en trop grande quantité, ou que nous nous approchions trop du tuyau d'arrivée, ou que l'acide n'était pas bien pur, mais contenait des traces d'acide sulfurique, nous éprouvions un chatouillement des narines, un picotement dans la gorge, et ensuite un peu de toux. Mais ces symptomes. sans gravité d'ailleurs, ne tardaient pas à se dissiper. Parfois aussi, nous avons ressenti un léger mal de tête, après des séances trop longues. Mais, à côté de ces légers inconvénients, faciles à éviter, du reste, nous avons noté un avantage sérieux, l'excitation de l'appétit.

Après ces essais préliminaires, nous désirions expérimenter sur des malades appartenant exclusivement au corps médical (médecins ou étudiants en médecine; il n'en manque pas ici, attirés qu'ils sont par le climat) — afin d'avoir pour premiers clients des gens se rendant parfaitement compte de la portée de l'expérience, et ne pouvant ultérieurement nous reprocher de la leur avoir conseillée. — Les essais tentés par ces premiers clients confirmèrent de tous points nos expériences personnelles au sujet de l'innocuité du procédé; mais, de plus, ils nous parurent démontrer assez nettement son utilité. — Nos amis étaient littéralement enchantés du résultat, si bien qu'ils en parlèrent un peu trop peut-être et qu'il nous fallut bientôt accueillir de nouveaux clients, étrangers cette fois à la profession médicale, et procéder plus tôt que nous ne l'aurions voulu, à une installation plus complète et plus confortable. Nous ne saurions trop remercier M. Marchis du zèle et de l'intelligence qu'il a mis à réaliser cette installation au gré de nos désirs.

Dans un jardin bien situé, aéré, ensoleillé, M. Marchis a construit sept cabines en planches, parquetées et tapissées, pouvant contenir environ cinq mètres cubes d'air, chacune. A l'aide d'un petit soufflet de forge, dit diable, et mû à bras d'homme, il y fait parvenir de l'air qui traverse d'abord un barboteur contenant une solution aqueuse d'acide fluorhydrique titrée conformément aux indications du rapport de M. Hérard. Nous nous sommes assurés, par des mesures prises à l'aide d'un gazomètre, que nous envoyions, en moyenne, trente litres d'air fluorisé par mètre cube et par quart d'heure, toujours conformément au rapport de M. Hérard. Au début, nous attachions une très grande importance à cette question du dosage; et plusieurs fois, pour le rendre plus exact, nous avons songé à modifier notre procédé, et à substituer à notre soufflerie un gazomètre. Mais nous avons reconnu plus tard qu'une précision mathématique n'est pas du tout nécessaire ici. Au contraire, nous croyons que la dose doit varier un peu avec les individus, et selon leur degré de susceptibilité, ce qui s'obtient aisément en ouvrant plus ou moins le robinet qui met le barboteur en communication avec la soufflerie.

Pendant que nous en sommes au chapitre du mode de distribution de l'acide fluorhydrique, disons tout de suite que le degré de fluorisation de l'air des cabines nous a paru en rapport avec l'étendue de la surface et

nullement avec la hauteur de la colonne d'eau fluorisée dans ces barboteurs. Aussi, ne pensons-nous pas que l'air qui traverse les barbotteurs se charge d'acide pendant son passage à travers l'eau fluorisée, laquelle est très avide de cet acide; nous croyons qu'il entraîne l'acide qui s'est dégagé spontanément à la surface de cette eau; le courant d'air agit là, selon nous, comme dans le thermo-cautère Paquelin. Aussi les solutions, lorsqu'elles ne sont plus assez saturées, ne dégagent bientôt presque plus d'acide, et l'air qui traverse alors le barboteur en sort à peine fluorisé. Il faut donc se servir de vases d'assez grand diamètre, y mettre des solutions assez concentrées et assez fréquemment renouvelées. Il n'est pas nécessaire du tout que le tube d'arrivée plonge dans le liquide, nous croyons même avantageux qu'il n'y plonge pas. Nous sommes en cela de l'avis d'un des premiers promoteurs du nouveau traitement, M. le Dr Henri Bergeron.

Les séances d'inhalation durent d'ordinaire quatre quarts d'heure, séparés chacun par quelques minutes de repos pendant lesquelles on renouvelle l'air des cabines.

Une bascule permet de peser les malades au commencement et à la fin de leur traitement.

Pendant que nous construisions ces cabines pour le traitement des malades de la ville, nous installions deux cabines plus petites et plus simples à l'hôpital civil, dans les deux salles de la clinique médicale, salle Trousseau et salle Bichat, avec l'assentiment de M. le professeur Gros. Ces cabines ne mesuraient que deux mètres cubes chacune et la soufflerie y était remplacée par un simple soufflet de cuisine.

Nous allons aborder maintenant le récit très succinct de nos expériences, tant à l'établissement de M. Marchis qu'à l'hôpital. Ceux de nos confrères que la question pourrait intéresser pourront consulter les observations plus étendues qui m'ont servi de thème et que je tiens à leur disposition.

Disons tout de suite que ces expériences sont pour la plupart un peu trop récentes, que beaucoup n'ont pas eu toute la régularité désirable, qu'elles ont porté souvent sur des sujets très malades (car ce sont souvent ceux-là qui nous venaient ou qu'on nous adressait, qu'enfin à l'hôpital elles étaient entravées par des difficultés spéciales : la nourriture et la salubrité du milieu laissaient à désirer; nous n'étions pas toujours sûrs de la qualité de l'acide employé; enfin, nous nous sommes heurtés parfois au mauvais vouloir de certains malades qui se refusaient à faire marcher le soufflet pour un camarade. C'est peut-être en grande partie pour cela que nous n'avons pas à vous présenter une statistique aussi encourageante que celles de MM. Seiler et Garcin.

Quoi qu'il en soit, nous la donnons telle qu'elle résulte de nos observations personnelles et de celles des confrères qui ont bien voulu nous adresser des clients. Ceci est une œuvre de bonne foi.

Douze médecins ont envoyé des malades à l'établissement. Ces malades ont été au nombre de cinquante et un. Avant de rédiger ce rapport, nous avons prié nos confrères de remplir des feuilles d'un modèle uniforme qui nous indiquaient, pour chaque malade, son sexe, son âge, l'âge de sa maladie, sa forme aiguë ou chronique, l'état général, les lésions locales, la marche du mal, le degré de l'appétit, le poids du sujet au commencement et à la fin du traitement, les remèdes employés concurremment, etc., etc.

A l'hôpital, neuf malades (hommes ou femmes) ont été traités par les inhalations fluorhydriques.

C'est donc en tout soixante observations qui servent de base à ce travail.

Or, nous avons eu :

	28	améliorés.
	4	stationnaires.
	9	aggravés.
	4	décédés.
	11	disparus après quelques séances, sans qu'on ait pu les suivre et les observer suffisamment.
	4	simples catarrheux ou asthmatiques.
TOTAL.	60	

Parmi les améliorés, aucun ne l'a été au point de pouvoir être dit guéri; mais nous rappellerons que beaucoup, même parmi ceux de cette catégorie, étaient assez malades, et que le traitement a varié de quinze à soixante séances; nous n'avons pas eu le temps d'aller jusqu'à soixante-dix, nombre maximum indiqué dans les statistiques de MM. Seiler et Garcin. — C'est surtout pendant les premiers jours du traitement que se manifestait l'amélioration. Plus tard, elle se ralentissait. Elle se caractérisait principalement par le réveil ou l'augmentation de l'appétit, la diminution ou la disparition de la fièvre et des sueurs nocturnes, une modification de l'expectoration qui devenait plus facile, plus abondante et plus fluide, la diminution de la toux, l'augmentation du poids et des forces. Ordinairement, les lésions locales s'amendaient aussi, mais moins vite. Dans un cas pourtant, le contraire a eu lieu; les lésions locales ayant presque entièrement disparu. l'état général ne s'est pas amélioré sensiblement; c'est un cas paradoxal. Toutes choses égales d'ailleurs, les plus grandes améliorations ont été constatées sur les malades qui ont suivi plus longtemps et plus régulièrement le traitement.

Des stationnaires, peu de chose à dire.

Quant aux aggravés et même aux morts (car il y en a eu quatre) c'étaient généralement les plus malades. Quelques-uns étaient venus à nous *in extremis*. A la rigueur, nous pourrions ne pas compter ceux-ci dans notre statistique, puisqu'ils ont à peine fait l'expérience du traitement qui n'a duré que deux ou trois séances. Mais nous avons tenu à rapporter tous nos cas,

favorables ou non. Nous dirons seulement que plusieurs fois les aggravations ont été dues à des imprudences : fatigues, refroidissements, ou à des indispositions intercurrentes, ordinairement gastro-intestinales. Enfin, si pour cette catégorie de malades, le traitement n'a pas réussi à arrêter, ni même, dans certains cas, à retarder l'évolution du mal, il ne nous paraît pas qu'il l'ait jamais précipitée. Nous n'en exceptons pas mêmes les hémoptoïques. Car si, d'une part, un malade a craché du sang pour la première fois après une inhalation, si d'autres, qui en avaient déjà craché, en ont craché de nouveau après les inhalations, d'autres aussi ont vu ces crachements cesser, malgré la continuation du traitement fluorhydrique.

Nous disons, pour finir, que les simples catarrheux ont parfaitement bénéficié de ce traitement. Il n'en a pas été de même d'un asthmatique emphysémateux qui n'en a retiré aucun soulagement.

Et, maintenant, pouvons-nous formuler des conclusions fermes à la suite de notre travail? Cela nous paraît prématuré : nous le répétons, nos expériences sont encore trop peu nombreuses et trop récentes pour que nous osions, en nous appuyant sur elles, soit infirmer, soit confirmer, les conclusions de nos prédécesseurs dans cette voie.

Tout ce que nous pouvons conclure de nos expériences personnelles, et ne se rapportant qu'à ces seules expériences, peut se résumer ainsi :

Le nouveau traitement est certainement utile dans les maladies de poitrine. Cependant, il n'y est pas souverain : certains degrés (les cas trop avancés) et certaines formes (les formes aiguës) paraissent lui résister.

En dehors de ces deux conditions, il en existe probablement d'autres encore qui s'opposent à l'efficacité de ce traitement. Il reste donc une première question à résoudre : A quels cas convient particulièrement le nouveau traitement; et dans quels cas ne peut-on compter sur son efficacité?

Nous n'avons vu aucune contre-indication spéciale : on nous avait signalé le danger de ces inhalations pour les formes laryngées; nous n'avons pas constaté d'exemple à l'appui; nous avons même eu des malades atteints de laryngite améliorés. — Nous avions redouté de provoquer des hémoptysies; sauf un cas, et encore contestable, nous n'en avons pas observé d'exemple probant; et nous avons vu des hémoptysies disparaître au cours du traitement. — Seulement, nous croyons que le dosage ne doit pas être absolument mathématique, mais variable et approprié par tâtonnement à l'état et à la susceptibilité du malade.

Nous croyons que, non seulement, le nouveau traitement ne doit pas exclure les autres traitements classiques, et surtout le traitement hygiénique, mais qu'il doit leur être associé. Ceci résulte à la fois d'un fait d'expérience et d'une vue théorique.

Le fait d'expérience, c'est que les meilleurs résultats ont été obtenus chez ceux qui ont suivi le plus rigoureusement les règles d'hygiène, et que

les insuccès et les aggravations sont, en partie, attribuables à des infractions à ces règles.

La vue théorique est celle-ci :

L'acide fluorhydrique à l'état de vapeur pénètre dans les bronches, et, là, agit comme microbicide sur les mucosités plus ou moins purulentes, plus ou moins infectieuses qui encombrent les bronches et les cavernules ou cavernes. On sait, en effet, que les crachats sont un excellent milieu de culture pour les microbes de Koch, et que l'acide fluorhydrique est pour eux un puissant poison. On réalise donc ainsi l'asepsie de l'arbre bronchique et des cavités accidentelles des poumons ; on diminue l'irritation, la résorption des matières infectieuses ; et, par là même, on met le malade dans des conditions meilleures pour résister à ses microbes interstitiels ou parenchymateux. Mais contre ces derniers, l'acide fluorhydrique ne peut rien directement, car il n'arrive pas jusqu'à eux. Si quelque peu d'acide fluorhydrique est absorbé par le poumon et pénètre dans le torrent circulatoire, il doit évidemment s'y transformer aussitôt en un fluorure alcalin beaucoup moins actif contre les microbes.

C'est donc, selon nous, en réveillant l'appétit, et en réalisant l'asepsie bronchique que les inhalations fluorhydriques amènent un soulagement si marqué, ordinairement dès les premiers jours. — Puis, ce premier soulagement obtenu, les inhalations ne peuvent plus, pour ainsi dire, que le maintenir, sans aller plus loin. C'est au traitement général, c'est à l'hygiène à faire le reste en profitant de cette amélioration, de ce secours inattendu.

Si les choses se passent ainsi, on conçoit que dans les formes aiguës, où les bacilles sont presque tous interstitiels, de même que dans les tuberculoses généralisées à d'autres organes que le poumon, le nouveau traitement soit d'un faible secours.

Pareillement dans les formes trop graves, où, en dépit du secours qui lui vient de l'acide fluorhydrique, l'économie reste par trop au-dessous de sa tâche dans sa lutte contre le terrible bacille. Plus encore, si des dégénérescences secondaires, amyloïdes ou autres, ont envahi d'autres organes.

M. PAULY

Médecin principal de 1re classe en retraite.

DU CLIMAT D'ORAN ET DU LITTORAL ALGÉRIEN

— *Séance du 31 mars 1888* —

Oran, ainsi que tout le littoral algérien, appartient à la section des climats méditerranéens, climats dont le principal facteur est l'influence saharienne.

Les Pyrénées, les Alpes, les Balkans, le Taurus en Asie-Mineure et enfin le Caucase, constituent la série transversale de hauteurs sur lesquelles les vents polaires, appelés vers le Midi par l'aspiration du Sahara, viennent déposer leur humidité en pluie ou en neige, marquant ainsi la limite de l'aspiration saharienne. (Grisebach : *Die Vegetation der Erde, Mittelmeer-Gebiet.)*

Ces climats méditerranéens se ressemblent tous par la présence des mêmes formes végétales : le myrte, l'olivier, l'oranger, le palmier même sur quelques points, ces dernières formes plus belles et surtout plus fréquentes sur le littoral africain. Ils se ressemblent encore par la beauté et la sérénité du ciel. Cette pureté lumineuse du ciel est le fait de l'aspiration du Sahara, qui attire vers le midi les courants aériens, en laissant s'évanouir et se perdre la vapeur d'eau qu'ils apportent. Sur le rivage de l'Algérie, ces caractères gracieux de la végétation et du ciel sont plus accentués, inutile d'y insister, que sur les rivages méditerranéens de la France et de l'Italie. Le littoral algérien a partout, de Nemours à la Calle, le même climat, oscillant, suivant les années, de 18° à 19° comme température annuelle moyenne.

Je ne m'étendrai pas ici sur les relevés de température : on trouvera. sous ce rapport, tout ce qu'on peut désirer dans les observations météorologiques du réseau africain, éditées chaque année chez Gauthier-Villars. Les chiffres du thermomètre, si on ne les commente pas, n'apprennent rien de bien net par eux-mêmes. Dire, par exemple, qu'à Oran et à Alger, le thermomètre en hiver descend le matin souvent presque à 0°, et que dans le milieu du jour, en été, il monte souvent à 35° et même bien au-dessus, ne suffit pas à vous donner une idée satisfaisante du climat oranais, à vous y faire vivre par la pensée. Ces extrêmes de température se retrouvent, en effet, dans les climats les plus divers.

Mais peut-être, comprendrez-vous mieux notre hiver, si je vous dis que

souvent, après une nuit bien sereine, il m'est arrivé de trouver, sur des points exposés au rayonnement nocturne, une mince couche de glace sur le sol, glace très peu épaisse, il est vrai, et disparaissant d'ailleurs très vite aux rayons du soleil. Ce fait peut déjà vous faire admettre un certain froid l'hiver, dans ce pays si riche pourtant en lumière et en soleil. En effet, ce froid est réel, et il est bien supérieur au froid indiqué par le thermomètre. C'est un froid subjectif, pour ainsi dire, un froid perçu par l'être vivant, l'être humain surtout. Ce même froid paraît, d'ailleurs, insignifiant pour les végétaux à feuilles épaisses, à épiderme dense, oliviers, orangers, palmier, etc. Seules, les plantes à feuilles tendres et naissantes, comme les bourgeons de la vigne, en sont quelquefois sérieusement affectées.

Ce froid, d'ailleurs, est propre à toute l'Afrique. Dans le Sahara, au lever du soleil, on a souvent de — 4° à — 6° et cela, même dans des dépressions à température torride, à l'Oued Rir' par exemple (E. Reclus, *Afrique)*. Rohlfs, dans le Sahara égyptien, par 27° latitude nord, presque sous le tropique, a vu plusieurs fois le matin — 4°, à Farafrah; il a même trouvé de la glace dans les caisses à eau en décembre 1873; décembre est pourtant moins froid que janvier. Livingstone a vu près du lac Nyassa des roches éclater au soleil par suite de la dilatation inégale des couches intérieures sous l'influence d'une chaleur excessive, et la nuit, malgré un grand feu voisin, malgré toutes ses couvertures, il avait peine à dormir sans se geler. Dans son livre sur le climat de l'Espagne, Cazenave dit qu'il fait plus froid à Madrid avec + 10° qu'à Paris avec + 4°.

Quelle est la cause de cette sensation de froid, si vive parfois le matin et le soir, de ce froid humide dont j'ai entendu souvent des étrangers, d'un esprit cultivé et capable d'analyse, des Suédois, des Polonais, des Anglais, etc., se plaindre avec étonnement?

Cette cause est certainement dans l'état de l'atmosphère, dans la sérénité du ciel, causée par les vents habituels du nord, que Grisebach appelle alizés de l'été et dont les nuages se diluent et disparaissent en marchant vers le Sahara, courants du nord qui règnent tout l'été et dans presque toutes les belles journées de l'année. C'est cette sérénité du ciel qui fait que, la nuit partout, et le jour à l'ombre, on rayonne si vite sa chaleur propre. Cette cause de froid est accrue, en outre, par une autre influence coexistante; l'humidité des couches inférieures de l'atmosphère.

Nous pouvons donner maintenant la formule du climat algérien en général, mais surtout du climat du littoral. Ciel presque toujours radieux, lumière vive, soleil toujours chaud; mais le jour, à l'ombre, mais la nuit, froid assez vif, souvent désagréable et toujours humide.

D'où vient cette humidité constante? Évidemment de la mer. Tous les vents si fréquents du nord, du nord-ouest ou du nord-est, portent à la

côte d'Afrique, et apportent tous une humidité très sensible, parce que la Méditerranée est une mer beaucoup plus chaude, à latitude égale, que l'Océan et qu'elle émet, par suite, beaucoup plus de vapeurs.

La Méditerranée, en effet, malgré son immense profondeur, offre au-dessous de 200 à 250 mètres, une constance remarquable de température, elle reste à + 13° jusqu'au lit de la mer, quelle qu'en soit la profondeur. L'Océan, au contraire, est sillonné, en tous sens, par des courants froids d'origine polaire, dont la température descend à 2° ou 3° seulement. L'absence de marées, le relèvement du seuil de Gibraltar contribuent à cette uniformité de température. En été, les couches superficielles ont jusqu'à 23° voir de Saint-Martin, *Dict. de Géogr.*, 34e fascicule). C'est donc un immense lac d'eau tiède que cette mer, bouleversée en outre, à chaque instant, par des agitations soudaines et violentes qui échauffent alors, à un point étonnant, les couches supérieures de ses eaux.

Le froid des hautes régions de l'atmosphère en Algérie doit certainement contribuer à refouler vers le bas l'humidité de l'air et, par suite, à augmenter la saturation des couches inférieures de l'atmosphère. Ce froid est, en effet, très vif en toute saison sur tous les points notablement élevés du pays, sur l'Atlas, l'Aurés, le Jurjura. L'humidité relative décroît, en même temps, très vite avec l'altitude du sol : comparez, par exemple, dans les publications annuelles du réseau météorologique africain, l'humidité des stations littorales, avec les chiffres de Méchéria, sur les hauts plateaux oranais, altitude 1140 mètres. Les zones élevées de l'atmosphère sont donc très pauvres en vapeur d'eau, vapeur dont Tyndall a fait ressortir le rôle bienfaisant pour les climats de l'Europe occidentale : amortir la chaleur du soleil pendant le jour, amortir le froid des nuits.

Un fait important va nous prouver cette pauvreté en vapeur d'eau des régions élevées de l'air dans le bassin méditerranéen : c'est la limite altitudinale des arbres sur diverses montagnes (Grisebach, *loc. cit.*). Sur le Canigou, les arbres ne dépassent pas en hauteur 2,414 mètres (*Pinus abies*). Sur l'Etna 2,014 mètres (*Pinus laricio*). Sur la Sierra-Névada (Andalousie), 2,111 mètres (*Pinus sylvestris*).

En Algérie, la limite altitudinale n'est pas encore bien fixée, mais elle est inférieure certainement à 2,000 mètres. La végétation forestière qui est intimement liée à la teneur de l'air en humidité, s'arrête donc très bas sur le bassin méditerranéen, et très bas surtout, sur la zone africaine de ce bassin.

L'humidité des couches inférieures de l'air est donc un des facteurs importants des climats littoraux de l'Algérie. On reconnaît son action à la facilité avec laquelle les objets de métal, de cuir, etc., se couvrent de rouille ou de moisissure, quand ils ne sont pas bien entretenus. Cette humidité est prouvée, d'ailleurs, par la fraction d'humidité relative pendant toute

l'année. Cette fraction est presque toujours supérieure à 80 0/0, très souvent à 90 0/0. Les rares journées où souffle le sirocco font seules exception.

L'élévation habituelle du point de rosée témoigne aussi dans le même sens. La rosée se dépose très souvent, en effet, dans les belles journées, par des températures supérieures à + 20°, l'après-midi, bien avant la nuit.

Pendant longtemps on ne recherchait sur le littoral algérien que les logements regardant la mer, c'est-à-dire le nord. Cette exposition faisait prime, on peut le dire, sur toutes les autres. On a longtemps vécu, en effet, dans ce pays, les yeux tournés vers la mer. C'était sur le littoral seulement qu'on trouvait autrefois un peu de confortable, des aliments meilleurs, des vins plus purs, et surtout les bateaux à vapeur qui ramenaient sans cesse, sur la terre de France, les victimes du climat. Cependant, cette exposition vis-à-vis la mer, heureuse pour une promenade une place publique, ne vaut pas, à beaucoup près, l'exposition au midi pour un logement. C'est, en effet, dans les appartements exposés au vent de mer, que les effets d'une humidité permanente, s'accentuent surtout. que les objets divers se rouillent et se détériorent le plus vite.

Nous pourrions facilement démontrer que l'intérieur du pays, dont les terres s'élèvent de plus en plus en allant au midi, a des avantages marqués sur le climat humide du littoral. L'air est plus sec, le ciel encore plus pur; seules quelques localités, mal situées dans certaines dépressions du sol, font exception à cette règle. Une salubrité remarquable est partout acquise aux climats secs, et cela est surtout vrai dans les pays chauds. La liste des explorateurs de l'Afrique intérieure, n'est, pour ainsi dire, chacun le sait, qu'une liste de décès. Pourtant dans le Sahara, où l'air est toujours très sec, il n'y a pas de mort par maladie à relever sur cette liste funèbre. Tous les voyageurs qui ont péri dans le Sahara, sont morts assassinés ou empoisonnés. Mais c'est bien réellement un pays sec. Dans le Sahara algérien, Duveyrier n'a trouvé que 21 à 26 0/0 d'humidité relative, ce qui est un vrai minimum. La rosée y est aussi très rare : seuls les froids vifs du matin peuvent en produire quelquefois un peu. Sur trois cent dix jours, Duveyrier n'a vu que quatorze fois un peu de rosée (les Touaregs).

Oscar Lenz, voyageur autrichien, dans sa traversée du Sahara en 1883. de Mogador à Tombouctou, dit n'avoir nullement souffert de la chaleur au mois de juin. et cela par des températures supérieures à + 35°. Seule, la dépression de Taoudeny, malsaine comme toutes les cuvettes dans lesquelles se trouvent beaucoup d'oasis et de ksours du Sahara, l'éprouva par sa chaleur débilitante. Ce ne fut qu'en descendant sur le Niger et, de là, au Sénégal, qu'il tomba sérieusement malade.

Nous trouverions facilement, en Europe même, des faits déposant dans le même sens. En Suisse, dans l'Engadine et les Grisons, on trouve des vallées d'une altitude moyenne de quinze cents mètres, surplombées, à droite et à gauche, par des montagnes colossales couvertes de glaciers. Dans ces vallées, l'air est toujours pur, mais d'octobre à avril il est si sec, qu'on y fait sécher à l'air libre les viandes qu'on veut conserver sans qu'elles se corrompent (*voir* Saint-Martin, 14e fascicule). Il est notoire maintenant, que pendant cette période de sécheresse, ces vallées sont le rendez-vous de très nombreux phtisiques qui vont y séjourner avec un grand bénéfice, la plupart du temps.

Sur les hauts plateaux de la province d'Oran, dans cette région qui a tant d'avenir comme pays d'élevage pour les moutons, nous constatons, sans peine, les bons effets d'un air qui est déjà presque saharien par sa sécheresse. Les renseignements que j'ai recueillis comme médecin-chef des hôpitaux militaires de la province, me permettent de dire que cette zone est digne d'être utilisée dans beaucoup de cachexies palustres, d'anémies diverses et aussi dans la tuberculose, à la seule condition d'y apporter du bien-être matériel : ce que les chemins de fer permettront assurément de faire.

Les nomades des hauts plateaux, les Harrars, les Hamyans, etc., sont vigoureux, fortement musclés et doués d'une riche hématose. Leur teint bien coloré, quoique brûlé du soleil, contraste absolument avec le teint pâle, anémié, des indigènes du littoral. La phtisie a paru très rare toujours aux médecins d'El Aricha, en pleins hauts plateaux : elle n'a pu même m'être signalée. Les seules maladies observées sont les dysenteries et diarrhées sporadiques, à cause des eaux magnésiennes, des ophtalmies nombreuses et des syphilis de toute forme et de tout âge. On y a vu très souvent des fièvres rebelles apportées du Tell, s'arrêter spontanément sans médication après quelques accès.

Cette immunité habituelle des hauts plateaux à l'égard de l'endémie palustre fut évidente en mars, avril et mai 1870, dans la colonne conduite par le général Wimpffen contre les tribus marocaines, Beni-Guil et Doui-Ménia. La colonne était remplie de fiévreux en proie à une fièvre intermittente rebelle, très tenace, avec cachexie rapide, contractée au poste très insalubre et nouvellement créé d'El Haçaïba, actuellement Magenta. Ces fièvres cessèrent complètement pendant toute la durée du séjour sur les hauts plateaux oranais et marocains. Mais quand les troupes, au retour, descendirent dans le Tell et quittèrent ces zones au climat sec et quasi-saharien, la fièvre reparut avec une violence désastreuse, surtout au 2e zouaves, au régiment étranger et au 63e de ligne, causant une masse d'entrées aux hôpitaux, de nombreux décès et nécessitant un très grand nombre de congés de convalescence. Deux mois plus tard, ces troupes partant

pour combattre la Prusse, laissèrent encore sur leur route, de Marseille à Strasbourg, de très nombreux malades.

Ces effets précieux d'un climat sec peuvent servir de transition à des faits différents, prouvant par l'inverse ce que nous venons d'établir.

Jacquot, dans ses mémoires sur l'endémie algérienne, raconte qu'en 1850 on mit quelques troupes au fort Santa-Cruz, au sommet d'un pic aigu, rocheux, surmontant d'un jet vertical, de quatre cents mètres de hauteur, la ville d'Oran et la mer. On ne supposait pas, eu égard à la fameuse théorie des marais, que la fièvre y fût possible. L'événement déjoua toutes les prévisions : sous l'influence de l'humidité excessive de cette cime, presque toujours couronnée par des brumes apportées de la mer, tous les hommes tombèrent malades en peu de temps, ils eurent tous des accès violents, et le poste dut être évacué.

A Oran, assis au bord de la mer, l'humidité est grande en tout temps, mais le quartier de la rue des Casernes et ses alentours, est le point le plus humide; il est aussi plus fiévreux que le reste de la ville. Outre les communications dans ce sens que divers confrères m'ont faites, j'ai pu m'en assurer par moi-même, par le relevé des malades fournis par les casernes nombreuses de ce quartier, et cela pour une série de plus de vingt années. En outre, le relevé des décès militaires pour le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie, les fièvres éruptives, le typhus, etc., accuse pour les casernes du train, du 2e chasseurs, de l'artillerie, placées toutes dans ce quartier, une proportion plus que double, à effectif égal, de celles des deux grandes casernes du Château-Neuf et de la Casbah, bien mieux situées. Cette humidité excessive de cette partie de la ville est due au golfe Sainte-Thérèse qui la limite au nord, et qui, évasé vers le large, lui apporte les brumes d'une vaste surface de la mer; aux brumes nocturnes, venant de l'intérieur, qui s'y rendent et s'y accumulent souvent, par suite de la déclivité du terrain, et enfin à la ceinture de hauteurs qui encerclent ce quartier et en font un cul-de-sac dominé de partout, sauf vers la mer.

La Calère, autre quartier d'Oran, très éprouvé par les épidémies, est habité, il est vrai, par une population pauvre, mais sa situation de cible exposée au vent de mer, et les hauteurs qui la surplombent immédiatement en arrière, y accumulent les effets de l'humidité à un haut degré.

Pour compléter notre étude du climat algérien, je n'ai plus que quelques mots à dire de l'été, ce qui précède s'appliquant surtout aux trois autres saisons. Du 15 juin au 15 septembre, les chaleurs sont très fortes et continuelles. La forte proportion d'humidité de l'air, les brumes, épaissses même, que la mer, très agitée par les brises diurnes et surchauffée, jette sur le rivage, donnent lieu à un climat spécial, bien plus pénible sur le littoral que dans l'intérieur. Ces brises, très vives dans la journée, sont

des brises solaires : elles s'unissent à l'alizé permanent du nord, pour le rendre encore plus chargé de vapeurs. La nuit, elles cessent presque toujours et font place à des calmes souvent excessifs. Ces calmes de l'air causent de l'insomnie aux personnes nerveuses et les obligent souvent à dormir les croisées ouvertes, ou même quelquefois sur des terrasses bien exposées à la moindre brise. Dans les zones élevées de l'intérieur du pays, l'air est bien plus sec, et beaucoup moins débilitant : il s'abaisse aussi comme température de plusieurs degrés chaque nuit. De plus, une légère brise venant des hauts plateaux et même du Sahara apporte, presque chaque nuit, la fraîcheur vive et pénétrante inhérente au ciel africain, quand le soleil est couché, et l'agitation de l'air qui facilite le sommeil. En somme, l'été, pénible sur le littoral, est une saison délicieuse malgré la grande chaleur du jour, dans cette zone où se trouvent Tlemcen, Saïda, Tiaret, Teniet-el-Haad, Médéa, Sétif, etc.

Nous ne pouvons achever cette étude sans parler de la végétation qui donne partout la vraie caractéristique d'un climat. La vigne, l'olivier, le mandarinier, l'oranger, le bananier, le coton et même la canne à sucre, voilà les produits qu'on peut demander au littoral et à plusieurs des plaines de l'intérieur. Le coton, et même la canne à sucre, produits de premier ordre pour la richesse d'un pays, viendront ici avec facilité dans toutes les plaines irrigables, le jour où on pourra leur donner assez d'eau d'arrosage. La canne à sucre vient aux États-Unis jusque dans le Tennessée ou les froids de l'hiver sont plus rigoureux qu'en Algérie, mais où les pluies d'été font prospérer cette graminée géante.

Les États-Unis d'Amérique dont on vante tant les progrès en agriculture, ne sont pas habités par des cultivateurs plus courageux et plus habiles que nos colons algériens. Mais en Amérique, le ciel travaille pour le colon et lui fournit *gratis* et en abondance l'eau nécessaire, et le jour où elle est nécessaire. Tandis qu'en Algérie, les pluies sont limitées presque exclusivement, à la période hivernale, d'octobre à avril, aux États-Unis, c'est surtout en été qu'elles tombent. En Géorgie, la pluie annuelle, est de 1197^{mm} (le double environ de l'Algérie, au moins dans l'ouest) dont l'été fournit lui seul les 43 0/0; en Floride, 1409^{mm}, l'été seul, 51 0/0; en Louisiane, 1302^{mm} (1536^{mm} de la Nouvelle-Orléans), l'été seul, 34 0/0; Caroline du Sud, 1219^{mm}, été seul, 39 0/0 : voilà pour les régions à sucre et à coton. Il en est de même pour toutes les céréales, blé, avoine, orge, maïs : ce sont encore les pluies de l'été qui décident de la récolte. Dans le Kansas, où il tombe 770^{mm}, la part de l'été est de 40 0/0; dans le Missouri, 960^{mm}, été seul 43 0/0; Nébraska, 711^{mm}, été seul 40 0/0. Ces chiffres que j'emprunte à Wojeikof (*Die atmosphärische Circulation*, Gotha, Justus Perthes, 1874) sont bien significatifs; ils font toucher du doigt jusqu'à quel point, le jeu des forces naturelles s'exerce au profit du colon

américain. Cela devient encore plus évident si nous demandons à Wojeikof le mois de l'année où il pleut le plus. C'est en mai et même déjà en avril pour les États les plus au sud, où la récolte est précoce; en juin et même en juillet pour les États du nord, de telle façon que les plus fortes pluies ont lieu au moment où la graminée, encore verte, canne à sucre, maïs, froment, forme sa tige et son épis, où la croissance est suractivée, et où les tiges ont besoin pour leur solidité de recevoir de la silice en quantité suffisante, silice dont la dissolution exige des masses d'eau.

En Algérie nous n'avons pas, il s'en faut, ce régime des pluies d'été; mais le jour où nous aurons construit des barrages collecteurs assez solides pour résister aux grandes crues de l'hiver, nous pourrons donner de l'eau aux cultures les plus exigeantes, et le coton, par exemple, qui vient à Naples, en Macédoine, en Roumélie, au Turkestan, pays où l'hiver est bien plus rigoureux qu'en Algérie, pourra être cultivé partout avec grand succès.

Nous ne pousserons pas plus loin cette étude comparée du climat algérien. Malgré ses imperfections, il peut prendre place parmi les plus beaux climats : nul doute qu'il ne conquière plus tard une place éminente parmi ceux où les valétudinaires vont hiverner. Sa grande richesse en lumière et en chaleur ne saurait rester inutilisée à ce point de vue. Sans doute il faut adapter sa manière de vivre, de se vêtir, à ce climat particulier; nourriture et vêtements ont ici leurs règles bien connues, et que l'obligation où je suis de me limiter m'empêche seule de développer. Mais ce qu'il faut recommander par-dessus tout aux nouveaux venus, c'est la vie corporellement active, la vie en plein air. La vie de bureau n'est pas ici, bien moins encore qu'en France, l'idéal à poursuivre. Il y a ici des catégories nombreuses de gens qui se portent aussi bien et souvent mieux qu'en France : ce sont les cultivateurs un peu aisés, les propriétaires qui font valoir leurs terres et se déplacent très souvent de leurs fermes aux marchés voisins, à la ville, où ils écoulent leurs produits. Ces gens vivent dehors, et quand on les rencontre sur le littoral, à Oran, à Alger, on remarque leur teint frais et coloré, leur air de vigueur et de santé.

Le besoin de se mouvoir, de voyager, est ici instinctif et universel. On se déplace plus facilement qu'en France, et, sous ce rapport, il y a de l'*américanisme* dans nos habitudes algériennes. Chacun de nous, pendant un long séjour en Algérie, a vu, bien des fois, un état de malaise, de fièvre erratique, se dissiper par un voyage de peu de jours, les forces, l'appétit et le sommeil revenir vite. La permanence du beau temps permet en toutes saisons ces excursions bienfaisantes qui neutralisent vite les effets du climat. Nous devons suppléer ici, par la vie au grand air, à ces grands courants de l'Océan, aux vents généraux d'ouest, qui soufflent sur l'Europe et surtout sur la France et l'Angleterre, et qui, d'après Maury

(Géogr. phys. de la mer), soufflent deux jours sur trois en moyenne. Ces vents d'ouest apportent avec eux une richesse supérieure en ozone et sont de puissants stimulants des forces digestives et de l'hématose : ce qui est en rapport, en effet, avec la force et le teint des races anglaises et françaises. Ces vents généraux d'ouest sont aussi très salubres : M. Miquel (*Semaine médicale*, 1884) a vu à l'observatoire de Montsouris que. lorsque ces vents soufflaient avec force, venant du large par conséquent, la richesse de l'air, en microbes de toutes sortes, diminuait très sensiblement.

Rien n'est plus facile en Algérie, que de se mouvoir librement en toute saison, grâce à la permanence des beaux jours. Une vie mouvementée et bien comprise comme régime alimentaire, sous un ciel presque toujours pur, et sur une terre où l'hiver répand des fleurs sur tous les gazons, donne largement à tous l'équivalent de ce que l'atmosphère ne leur fournit pas en stimulants des forces nutritives.

Ces conditions favorables sont encore bien plus accentuées en s'éloignant de la côte. Quand les progrès de la colonisation permettront d'attaquer sérieusement, par la culture, les régions du Tell qui se rattachent au hauts plateaux, au-dessus de Tlemcen, à Daya, Saïda, Tiaret, Teniet-el-Haad, etc., le cultivateur se trouvera alors établi dans le plus beau et le meilleur climat de l'Algérie. Là, il trouvera un air beaucoup plus sec, un ciel encore plus beau que sur le littoral, une brise plus vivifiante, car elle est moins chargée d'humidité, des eaux fraîches et aussi bonnes que les meilleures eaux de France.

Nous pouvons terminer cette esquisse rapide du climat algérien, en signalant notre France africaine comme un pays éminemment habitable et propre au peuplement : sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres, son avenir commence seulement à bien se révéler et à être compris : c'est une terre féconde où le colon, pourvu d'une aisance modeste, se portera aussi bien et même souvent mieux que n'importe où : où il trouvera une vie plus large et plus attrayante que la vie en Europe.

Quant aux valétudinaires, aux malades à poitrine suspecte, ou même atteinte au premier degré, le pays leur convient aussi ; mais seulement s'ils peuvent y mener la vie au grand air, la vie de touristes. Qu'ils viennent ici passer l'hiver, avec un bon logement, bien exposé au midi et alors, ils pourront se promener dehors presque chaque jour, au soleil, voir autour d'eux le printemps algérien qui commence dès le mois d'octobre, susciter chaque jour des plantes et des fleurs nouvelles. Cela les charmera, et ils pourront nous quitter au mois de juin, emportant les meilleures impressions de leur séjour en Algérie. Mais il ne faut pas envoyer ici comme je l'ai vu faire bien souvent, des tuberculeux obligés de travailler dans un atelier, dans un bureau, de subir les conditions pré-

caires d'une dépendance quelconque : généralement, ils ne gagneront rien, ils perdront même souvent à ce changement de climat.

Qu'on ne s'étonne pas de me voir insister sur les bons effets d'une vie bien mouvementée en Algérie : ces bons effets ne sauraient être trop vantés. Ces conditions d'agitation physique, je parle ici surtout de la marche, de l'équitation et des voyages, peuvent donner des résultats inespérés, et je pourrais citer ici des cas où le mouvement, actif ou même passif, prolongé, a arrêté des processus morbides graves et rapides, des attaques de choléra, par exemple. Mais, en se limitant à la tuberculose, nous ne saurions trop recommander, à propos de la vie mouvementée au grand air, la dernière communication de Brown-Séquard à l'Institut. Il inocule deux séries de cobayes avec des produits tuberculeux, il en garde une enfermée et laisse l'autre vivre et se mouvoir à l'air libre. Dans le premier cas, les cobayes meurent tous promptement tuberculeux, dans le deuxième, ils survivent et guérissent.

M. Gustave NEPVEU

Ancien Interne, ex-Chef de Laboratoire de la Faculté de Médecine de Paris.

SUR QUELQUES FORMES CELLULAIRES SPÉCIALES : CELLULES A PROLONGEMENTS MULTIPLES ET CELLULES CONJUGUÉES DANS L'ÉPITHÉLIOMA ET LE CANCER

— *Séance du 31 mars 1888* —

Il y a bien longtemps déjà qu'on a signalé les formes bizarres des cellules cancéreuses : arrondies, ellipsoïdes, en raquette, à prolongements, ramifiées.

Depuis lors, on a complètement mis dans l'ombre les formes diverses des cellules de l'épithélioma ou du cancer.

Dans cette courte note, je viens seulement attirer l'attention sur quelques formes cellulaires rares que j'ai rencontrées dans quelques épithéliomas, épithélioma de la langue (deux cas), épithélioma de la verge (un cas). Dans tous ces faits, l'épithélioma avait envahi les tissus profonds et les ganglions eux-mêmes.

Dans un premier type, on voyait de petites cellules presque arrondies, épithélioïdes, avec un ou deux prolongements très fins égalant une, deux, quatre, cinq fois et plus le diamètre de la cellule comme longueur. Ces prolongements se terminaient tantôt par une extrémité libre, tantôt offraient un renflement finement granuleux, d'apparence fusiforme, tantôt

se terminaient sur un des bords irréguliers d'une cellule épithéliale de grand volume.

Un second type de ces cellules que j'appellerai *conjuguées* est un peu différent. La cellule, au lieu d'être arrondie, mucédiforme, est *ovalaire*, à tête arrondie. Un seul prolongement, plus long que précédemment, présente aussi un renflement fusiforme sur le milieu de sa longueur, et à l'extrémité une cassure, au point d'insertion sur une cellule voisine.

Les formes les plus nettes sont celles où deux cellules, nettement épithéliales, sont réunies entre elles par un prolongement plus ou moins long. Quelques-unes de ces cellules conjuguées sont de différents types : les unes sont irrégulières, polygonales et offrent, à leurs angles, des ramifications très fines, les autres sont de larges cellules aplaties quoique fusiformes. On peut voir ces cellules polygonales réunies par un prolongement à une de ces cellules aplaties.

Il n'est pas rare de voir des cellules épithéliales offrir trois à quatre prolongements, qu'il a été impossible de suivre dans toute leur étendue, mais tout porte à croire qu'elles sont, comme les précédentes, unies à d'autres cellules.

En résumé, dans les épithéliomas profonds, on peut trouver des cellules épithéliales à prolongements ramifiés et multiples comme les cellules nerveuses multipolaires. Ces prolongements unissent des cellules épithéliales entre elles. Ces cellules, dites *conjuguées*, sont formées tantôt par de jeunes cellules unies à une vieille, bien développée, tantôt par des cellules bien développées et réunies entre elles. Dans quelques cas, il était certain que ces cellules épithéliales étaient unies à des cellules fusiformes, mais aplaties, complètement analogues aux cellules fusiformes du tissu conjonctif et nous pensions assister là à leur transformation Épithéliale (Épithéliose.)

M. LAUSSEDAT

De Royat.

TUBERCULISATION DES INDIGÈNES PAR LES ÉTRANGERS DANS LES STATIONS D'HIVER

NÉCESSITÉ DE RÉGLEMENTER ET D'ENSEIGNER L'HYGIÈNE PLUS SPÉCIALEMENT DANS CES STATIONS

— Séance du 31 mars 1888 —

Messieurs,

Je vous demande la permission de vous entretenir quelques instants d'une question toute d'actualité, que j'ai étudiée, cet hiver, à Cannes ; je veux parler de la contagion de la tuberculose dans les villes fréquentées l'hiver par les phtisiques qui viennent s'y soigner, y mourir, quelquefois s'y guérir, mais aussi porter le contage dans un milieu de culture malheureusement trop bien préparé pour son développement.

Pendant les cinq mois d'hiver que je viens de passer à Cannes, j'ai fait, dans la population pauvre, assez de médecine de charité pour être frappé de la proportion considérable de phtisiques que j'ai rencontrés. Je n'ai pas la prétention de vous présenter une statistique, même approximative; les statistiques sont toujours erronées, pour ne pas dire impossibles à faire, quand on aborde la contagion, les questions de milieu, de mœurs, de tempérament, propres à chaque individu atteint, excluant la précision, aussi bien que les degrés variables de vitalité et de reproduction des bacilles eux-mêmes.

Voici pourtant quelques chiffres : et de ce que je puis vous dire de positif, vous tirerez peut-être quelques conclusions :

Sur trente-sept familles que j'ai soignées, j'en ai compté vingt-huit italiennes et neuf cannoises, toutes établies dans le pays depuis au moins huit ans. Les pères et mères vivent, non tuberculeux, excepté dans deux familles où l'un des conjoints est atteint de tuberculose pulmonaire. Or, Messieurs, j'ai trouvé dans ces trente-sept familles, dix-sept enfants ou jeunes gens tuberculeux entre neuf ans et vingt-deux ans.

En voici le détail :

Trois coxalgies;

Deux maux de Pott, dont l'un a déterminé une généralisation bacillaire rapide aux poumons et entraîné la mort;

Enfin douze phtisiques, dont neuf caverneux avancés.

J'ajouterai que trois des jeunes phtisiques dont je vous parle appartiennent à des familles très aisées de Cannes, qu'ils ne manquent de rien et n'ont pas de mauvaises mœurs. Ces trois phtisiques se sont tuberculisés à Cannes, de même que les quatorze enfants de familles pauvres, j'en ai acquis les preuves. Je vous prie de remarquer que je n'ai trouvé d'hérédité que dans deux cas, et seulement chez les pauvres.

Vous conviendrez que ce chiffre de dix-sept enfants tuberculeux, trouvés par hasard dans trente-sept familles dont les pères et mères n'étaient pas tuberculeux, à part deux cas, était bien fait pour m'étonner et me faire rechercher les causes d'une pareille proportion dans une ville où l'on vient soigner la tuberculose, en raison des qualités bien connues de son climat.

Ces causes sont multiples, difficiles à isoler dans l'observation clinique, mais faciles à saisir, en général.

Cannes n'était qu'une petite ville de six à sept mille âmes, il y a trente ans; aujourd'hui, Cannes comprend vingt mille âmes de population fixe et est fréquentée, pendant l'hiver, par une population flottante de trente mille étrangers.

Les anciens habitants, qui avaient des mœurs simples, étaient rarement tuberculeux, au dire des vieux médecins de Cannes, mais le contact de la richesse a développé les mauvaises mœurs dans la race cannoise et dans la race piémontaise, qui compte bien pour la moitié dans la population fixe de Cannes.

La population de cette ville, relativement nouvelle, est donc assez mélangée, mais, comme toutes les populations méridionales, elle est malpropre, travaille peu, se nourrit mal et abuse de tout de bonne heure. L'hygiène n'existe pas pour elle; il en résulte pour les jeunes gens, à la période de développement, des troubles de nutrition, un amoindrissement de résistance tels, que le bacille se développe très vite chez eux. Tous ceux que j'ai vus étaient jeunes et, pour la plupart, caverneux déjà.

Quelle que soit la préparation que ces déplorables conditions apportent au développement de la tuberculose parmi les habitants des villes de la Riviera, s'ils deviennent phtisiques aussi fréquemment, c'est qu'ils y sont très exposés, plus exposés que certaines populations du centre de la France, par exemple, qui vivent cependant dans un climat froid et humide et ne sont pas moins misérables, si elles sont débauchées moins jeunes.

Permettez-moi une comparaison. J'ai passé plusieurs hivers dans l'Allier, à Moulins, j'y ai exercé la médecine, je connais très bien la constitution médicale de cette ville. Or, les phtisiques y sont des exceptions et cependant il y fait très froid et très humide pendant six ou sept mois, tandis qu'à Cannes il fait, au contraire, chaud et sec pendant huit ou neuf mois.

Mais Moulins n'est pas fréquenté comme Cannes par des milliers de tuberculeux.

Un médecin, en supposant qu'il ignore les habitudes d'hivernage des tuberculeux, serait frappé, en visitant Cannes pendant l'hiver, du nombre de crachats caractéristiques qu'il rencontrerait de loin en loin, le matin par les chemins.

Vous savez, d'après les recherches de M. Hippolyte Martin, d'après des recherches plus récentes encore, combien les bacilles sont résistants au froid, à la chaleur, à l'humidité.

Eh bien, je me suis demandé bien souvent ce que devenaient ces crachats renouvelés tous les jours sur la voie publique? Selon toute vraisemblance, ils sont rapidement desséchés, réduits en poussière, et les milliers de bacilles qu'ils renferment, bientôt abandonnés aux caprices du vent, qui ne fait pas défaut, sont portés partout. Ils pénètrent dans les boutiques et les maisons dont les portes et les fenêtres sont presque toujours ouvertes et ils y restent avec la poussière qui les a amenés. Ils y restent, car les habitants sont malpropres au delà de toute expression. Je pourrais vous citer une trentaine de boutiques, dont quelques-unes sont des boutiques de comestibles entre parenthèse, qui ne sont jamais lavées et rarement balayées. Les habitants ont une pratique singulière pour nettoyer leurs logements, ils ouvrent toutes les issues quand le mistral souffle et c'est lui qui balaye : ils l'appellent le grand assainisseur.

La voirie laisse aussi beaucoup à désirer, les égouts sont insuffisants, les eaux ne s'écoulent pas et sentent mauvais. Chose bizarre, on balaye souvent les rues les plus fréquentées à deux heures de l'après-midi et, sous prétexte de propreté, on remplit de poussière les poumons des passants, quand le vent ne se charge pas de cette besogne.

Vous comprenez combien deviennent faciles de la sorte l'inhalation et l'absorption alimentaire des bacilles, leur dissémination n'étant pas douteuse, car il faut faire entrer en ligne de compte d'autres facteurs. Les questions de contact journalier, des crachoirs, des linges, du blanchissage, des objets de literie non désinfectés, doivent avoir chacune leur part de responsabilité et méritent d'être étudiés de près.

Je vous signalerai pourtant ce fait caractéristique que quatre des malheureux que j'ai soignés couchaient sur des matelas qui leur avaient été donnés par charité. Ces matelas, rebuts d'hôtels, dans lesquels bon nombre de phtisiques avaient sué, étaient venus échouer dans le taudis du pauvre et l'infecter sous le couvert des meilleures intentions.

Enfin, nous avons lieu de penser que les mouches et les moustiques. si nombreux à Cannes en tout temps, doivent servir de véhicules permanents aux bacilles, si nous en croyons la communication faite dernièrement à l'Académie des sciences par MM. Spillmann et Haushalter.

D'après ce que je viens de vous dire, nous pouvons conclure que : si, d'une part, nous voyons des individus préparés, par insuffisance de nutrition, par inobservance des lois élémentaires de l'hygiène, dans un pays où les variabilités atmosphériques et thermométriq uessont brusques et accentuées, par toutes sortes d'excès, à se tuberculiser, d'autre part, nous avons tout lieu d'admettre que le milieu bacillaire dans lequel ils vivent, favorise singulièrement et augmente les cas de tuberculose.

Les deux villes, que j'ai comparées tout à l'heure, ont chacune vingt mille âmes de population fixe : si Cannes compte plus de jeunes gens qui se tuberculisent, c'est donc que, dans cette ville, les terrains préparés sont ensemencés par des bacilles qui n'existent pas en aussi grande quantité à Moulins, par exemple, où bon nombre de terrains favorables ne reçoivent pas de bacilles.

Parmi les conclusions posées par le Dr Daremberg à l'Académie de médecine dans son discours (1) sur la contagion de la tuberculose, il en est une ainsi conçue :

« Dans la contagion par inhalation, la quantité de contage a peu d'in- » fluence, cette contagion ne peut s'opérer que sur des terrains favorables » à sa réceptivité, de sorte que la contagion n'est qu'un fait banal dominé » par les réactions individuelles, préparées antérieurement par des vices » de nutrition héréditaires ou acquis. »

Si je suis d'accord avec Daremberg, sur ce point, que la contagion ne peut s'exercer que sur des terrains favorables à sa réceptivité, je ne partage pas son avis, quand il dit que la quantité de contage a peu d'influence dans la contagion par inhalation. Je suis porté à croire, au contraire, qu'une grande quantité de bacilles, absorbés en peu de temps, peut développer des accidents d'autant plus rapides qu'il y a eu plus de contage absorbé en même temps; et je ne crois pas du tout qu'il soit banal, pour un individu affaibli, préparé au développement de la tuberculose, de vivre dans un milieu plus ou moins bacillaire. En résumé, il ne me semble pas illogique d'admettre que bien des individus, très préparés à devenir tuberculeux, sont épargnés lorsqu'ils vivent dans un milieu exempt de bacilles, et que les mêmes individus ont d'autant plus de chances de devenir tuberculeux qu'ils vivent dans un milieu où la proportion du contage augmente.

En présence des faits que je viens de vous signaler, en attendant mieux, je vous propose les conclusions suivantes :

1° Il est nécessaire de contrôler des faits semblables dans les autres stations de tuberculeux, à Menton, Hyères, Amélie, Pau, Alger, etc.

2° Tant que la science ne nous aura pas fourni les moyens pratiques d'empêcher le bacille de nous nuire, nous avons le devoir, nous qui con-

(1) Juillet 1886. Quelle place doit tenir la tuberculose comme maladie contagieuse?

naissons les dangers qui entourent nos semblables, sinon de les en avertir à son de trompe, au moins de les protéger plus spécialement dans les milieux où ils sont plus exposés.

3° On devrait, avant tout, enseigner la propreté poussée à l'extrême dès l'école primaire, car elle sert de première base à l'éducation physique et à l'hygiène.

4° Étant données les connaissances que nous possédons sur la résistance et la vitalité du bacille de Koch, il serait désirable que le Conseil supérieur d'hygiène fasse comprendre aux municipalités qu'il est de leur intérêt de réglementer et de multiplier les moyens de désinfection; des étuves à air sec, chauffées au delà de 85°, devraient être créées ou subventionnées par elles pour la désinfection des linges de corps avant le blanchissage, des objets de literie, des rideaux, des tapis, etc., ayant servi aux tuberculeux. Leur destruction, au bout d'un certain temps, devrait être exigée, qu'ils aient servi à des vivants améliorés ou partis ou à des individus morts au milieu d'eux, comme cela se pratique quelquefois.

5° Les mesures d'hygiène qui seraient adoptées par le Conseil supérieur d'hygiène devraient avoir force de loi, aussi bien lorsqu'il s'agit de la phtisie que lorsqu'on a affaire au choléra, car si la phtisie ne fait pas le bruit du choléra, en raison de la durée de son évolution, elle n'en reste pas moins la plus fréquente, la plus constante et la plus meurtrière des maladies.

Elle mérite donc qu'on élève contre sa persistance funeste le plus d'obstacles possible. Elle mérite d'être étudiée sur place dans ses divers modes de contagion, partout où l'observateur a le plus de chances de s'approcher de la vérité: elle justifierait, à elle seule, la création des places d'inspecteurs d'hygiène départementaux et de laboratoires régionaux. Ces questions sont, d'ailleurs, à l'étude au Conseil supérieur d'hygiène et à la Société de Médecine publique.

M. TROLARD

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

LES MÉNINGES RACHIDIENNES DANS LE CANAL SACRÉ ET LE FILUM TERMINALE

— *Séance du 31 mars 1888* —

Les auteurs classiques font terminer le cul-de-sac dural et arachnoïdien à la fin du canal sacré.

Or, même chez l'enfant à terme, ce cul-de-sac s'arrête au niveau de la deuxième vertèbre sacrée. A partir de cette vertèbre, le canal sacré est rempli par les branches nerveuses munies de leur gaine durale, et par un abondant tissu graisseux qui comble les nombreux vides laissés par les nerfs.

Il est à noter aussi que les ganglions de ces nerfs ne sont pas intervertébraux, mais situés dans le canal même.

Quant au *filum terminale*, il ne serait, d'après mes recherches, que le tronc commun des deux dernières paires sacrées. Quand on l'isole avec soin de la pointe du cul-de-sac dural, on le voit se bifurquer et disparaître pour fournir ces branches nerveuses.

Je dois dire toutefois qu'il m'a présenté plusieurs variétés.

Tantôt il ne fournit que les sixièmes sacrées; tantôt il fournit les cinquièmes et sixièmes; tantôt il ne fournit ces branches que d'un côté; tantôt, enfin, il ne s'épuise pas complètement après avoir donné naissance aux nerfs sacrés; par une petite languette, il va se jeter sur le ligament qui fixe le cul-de-sac méningé aux dernières vertèbres sacrées.

Ce ligament est très fort, dentelé; il est placé de champ entre le surtout ligamenteux postérieur des vertèbres et la face antérieure du sac méningé; l commence au niveau de la quatrième vertèbre lombaire et va, en s'effilant, s'attacher à la quatrième ou cinquième vertèbre sacrée, recevant quelquefois, comme je viens de le dire, un petit tractus du fil terminal.

Le plus souvent, je n'ai pas vu de traces de ganglion spinal sur la cinquième et la sixième branche. Dans plusieurs cas, j'ai toutefois constaté la présence d'un ganglion très net sous la corne sacrée.

M. TROLARD

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

LACS SANGUINS DE LA DURE-MÈRE

— Séance du 31 mars 1888 —

C'était une présentation de pièces que j'avais l'intention de faire devant le Congrès et non une communication.

Les lacs sanguins ayant été décrits par moi il y a vingt ans, et aucun auteur classique n'en parlant, j'avais pensé qu'il était utile de mettre sous les yeux de mes confrères la preuve matérielle des faits.

Je ne puis donner suite à mon projet ; mais je me permets de rappeler à mes collègues la communication que j'ai faite sur le même sujet au Congrès de Grenoble, en les priant de vouloir bien contrôler par eux-mêmes l'exactitude des faits que j'ai avancés.

Je désire seulement appeler aujourd'hui leur attention sur la disposition des veines qui aboutissent au sinus longitudinal supérieur. Elles sont décrites comme s'abouchant dans ce canal dans une direction inverse du courant sanguin ; cette description n'est pas absolument exacte. Les petites veines, surtout les antérieures, vont se jeter ou directement ou d'avant en arrière dans le sinus. Quant aux grosses veines, au nombre de deux ou trois, elles vont, en effet, communiquer avec le sinus d'arrière en avant. Mais il ne faut pas oublier que ces veines constituent les troncs des *veines anastomotiques* qui mettent en communication le sinus longitudinal supérieur avec le sinus pétreux supérieur et le sinus latéral. Ces veines anastomotiques, destinées à suppléer le grand sinus, ne pouvaient avoir que la direction de ce dernier.

L'explication d'une disposition, en apparence contraire à celle des autres veines, est donc toute trouvée.

M. MONGUILLEM

Médecin municipal d'Oran.

L'ÉPIDÉMIE DE ROUGEOLE D'ORAN DU 1er OCTOBRE 1887 AU 15 MARS 1888

— *Séance du 2 avril 1888* —

La ville d'Oran a été, vers la fin de l'année 1887 et dans les premiers mois de l'année 1888, frappée par une grave épidémie de rougeole.

Cette épidémie débuta vers le commencement d'octobre, eut une intensité moyenne en octobre, novembre, et prit tout à coup, vers le milieu de décembre, une gravité exceptionnelle; du 15 décembre au 10 février les cas furent très nombreux, et la mortalité atteignit à ce moment son maximum.

J'ai suivi de près toutes les phases de cette épidémie, j'ai noté jour par jour les variations atmosphériques, et sans vouloir tirer, pour le moment, de conclusions prématurées, j'ai cherché à indiquer les rapports qui peuvent exister entre les conditions générales de la direction des vents, de l'état du ciel, etc., et la marche ascensionnelle ou décroissante de l'épidémie.

Dans le graphique I (*voy.* pl. 12) sont relevées les données journalières du baromètre réduit à zéro et la moyenne thermométrique. En les comparant à la courbe de la mortalité, on ne trouve aucune relation avec les oscillations barométriques.

Le thermomètre ne donne pas davantage de point d'appui sérieux. Les températures maxima ont été de 21°, les minima 100,9; moyenne, 14°,20.

Le graphique II donne les courbes de la mortalité rubéolique et de la mortalité générale. Les relations sont exactement proportionnelles, et le taux élevé de la mortalité générale en décembre, janvier, et le commencement de février, correspond au maximum d'intensité de l'épidémie et de la mortalité rubéolique.

La répartition par âges (graphique III) ne diffère en rien des règles habituelles des éruptions infantiles. Les enfants qui ont fourni le chiffre le plus élevé sont ceux de six mois à trois ans; au-dessous et au-dessus de ces chiffres, les cas ont été relativement peu nombreux. Le sexe féminin a été le plus frappé.

La situation géographique de la ville d'Oran explique facilement la

prédominance de la nationalité espagnole dans la population. Sur 70,000 habitants, l'élément espagnol doit être rangé en première ligne ; l'élément français n'atteint pas même la moitié ; l'élément italien est négligeable ; les autres nationalités diverses, en général l'élément musulman, comptent pour une faible proportion.

Il n'est donc pas étonnant que la population espagnole ait eu le plus à souffrir durant le cours de cette épidémie, comme, du reste, dans tous les autres fléaux qui ont frappé notre colonie oranaise.

Les graphiques IV et V donnent les relevés de l'état du ciel et les courbes hygrométriques. D'une façon générale, le ciel a été couvert et le degré hygrométrique élevé pendant la période d'intensité de la maladie. Nous avions été guidé dans cette étude par les recherches de MM. Arloing et Duclaux sur l'influence de la lumière solaire, sur la vitalité et le développement de certains microbes. Sans pouvoir établir d'une façon très nette la relation qui peut exister entre l'irradiation solaire et l'augmentation ou la diminution de la mortalité dans les épidémies de rougeole, nous avons cependant constaté ce fait, dont nous ne tirons pour le moment aucune déduction, que le ciel a été couvert, par conséquent, les radiations solaires peu intenses à la période d'acmé de l'épidémie d'Oran.

Pour compléter ces indications, nous avons ajouté (graph. VI et VII) la courbe de la chute de pluie et le relevé de la direction des vents pendant cette période.

Si l'on consulte maintenant la carte de la ville d'Oran (*voy.* pl. II), avec l'indication des cas suivis de mort, on verra que les quartiers les plus frappés ont été le 3e et le 4e arrondissement. Sur une population totale de 70,000 âmes, il y a eu un total de 396 décès par rougeole, se répartissant ainsi :

1er Arrondissement	63
2e —	47
3e —	158
4e —	103
Eckmuhl	10
Village Lamur	9
— Saint-Eugène	6

M. E. FABRIÈS

A Sidi-Bel-Abbès.

THROMBOSES MULTIPLES : RELATION DE LA THROMBOSE VEINEUSE AVEC L'ALBUMINURIE ET L'ULCÈRE ROND DE L'ESTOMAC

— *Séance du 2 avril 1888* —

OBSERVATION.—Vers la fin de novembre 1887, un jeune homme de 19 ans, bien constitué, est atteint de pneumonie droite, simple, *à frigore*. Guérison au bout de dix jours. Le douzième jour, apparition d'une thrombose de la veine crurale droite; huit jours après de la crurale gauche. Tous ces accidents disparaissent et, le 20 décembre, il ne reste plus qu'un cordon dur représentant les deux veines.

Le 10 janvier, le malade, qui était allé à Oran, revient à Bel-Abbès, présentant les signes d'un embarras gastrique non fébrile; le lendemain, hématurie et douleur du côté du rein droit et de l'uretère; disparition de ces accidents au bout de cinq jours; le huitième jour, apparition des mêmes accidents provenant du côté gauche.

L'urine renferme des cylindres fibrineux et la quantité d'urée est tombée à quinze grammes par vingt-quatre heures.

Après la disparition des accidents locaux, persistance des vomissements.

Le 25 janvier, hémorragie interne caractérisée par une hématémèse abondante et trois selles de mélæna. Les vomissements cessent cinq jours après l'hématémèse. Vers le 10 février, point de côté à gauche et crachats hémoptoïques indiquant qu'un caillot a obturé une branche de la veine pulmonaire gauche.

Tous les accidents relatés proviennent vraisemblablement des premiers caillots dont l'émiettement successif a déterminé l'oblitération des veines rénales, des gastriques et de la pulmonaire gauche.

L'oblitération des rénales a la valeur d'une expérience de laboratoire et équivaut à la ligature de ces vaisseaux faite bien des fois pour prouver que l'augmentation dans la pression veineuse du rein suffit pour déterminer l'albuminurie. Cette congestion a été suffisante pour déterminer les lésions épithéliales caractérisées par les tubes urinifères.

La quantité d'urée ayant diminué, les vomissements incoercibles, que présentait le malade, semblaient être le fait de l'urémie consécutive. Mais, tous les accidents du côté des reins ayant disparu, les vomissements auraient dû cesser. Or, au bout de quelques jours, surviennent les signes de l'hémorragie interne, l'hématémèse et le mélæna; ces hémorragies sont dues vraisemblablement à la thrombose d'un tronc veineux de l'estomac.

Cette thrombose devait exister depuis plusieurs jours, à preuve les vomissements incoercibles. Sous l'influence de cette oblitération, diminution de la nutrition dans un vaste territoire gastrique; de là, protection insuffisante de la muqueuse et moindre résistance à l'action des acides de l'estomac; d'où, nécrobiose d'une certaine partie de la muqueuse, lésion d'une artère gastrique et hémorragie considérable.

Ce fait vient corroborer l'opinion qui met l'ulcère rond de l'estomac sur le compte de la thrombose. Jusqu'à présent, c'était toujours la thrombose artérielle qui était en jeu. Ici, la thrombose veineuse est seule en cause.

M. Martial HUBLÉ

Médecin major, Médecin de colonisation à Lalla-Marnia (Algérie).

SUR L'ORCHITE INFECTIEUSE PRIMITIVE
(CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CLINIQUE DES ORCHITES RÉPUTÉES PALUDÉENNES)

— *Séance du 2 avril 1888* —

J'ai eu l'occasion d'observer, de 1882 à 1887, une dizaine de faits qui, rapprochés de quelques observations mises au jour dans ces dernières années (1), sont de nature à intéresser l'étude des manifestations génitales de l'homme, généralement attribuées au paludisme, et à présenter en même temps plus d'un lien de parenté avec la doctrine, toute d'actualité aussi, des pseudo-rhumatismes infectieux. Il s'agit d'une forme de ces orchites, dites spontanées, dont l'existence même était niée ou méconnue naguère, et dont je n'ai pas suivi moins de dix cas, que je présenterai en trois séries.

Série A

Obs. I. — *Paludisme ancien; orchite primitive unilatérale.*

En octobre 1882, après des manœuvres et des pluies, en pays impaludé (Cher), M. S..., officier de réserve, est pris, sans cause occasionnelle appréciable, de fièvre à type rémittent pendant trois jours au bout desquels se déclare spontanément une *orchite* peu douloureuse à gauche. Testicule tendu, lisse, épididyme engorgé et sensible. Pas de fluxion parotidienne, de blennorragie, de tuberculose, d'arthritis. Quelques douleurs articulaires (genoux). M. S... avait passé trois ans en

(1) Voir les travaux de Cousyn, Thèse de Paris, 1883; Girerd, *Des manifestations du paludisme sur les organes génitaux de l'homme*, Paris, 1884, Doin; Bertholon, Obs. d'orchite paludéenne primitive; *in Arch. méd. milit.*, t. VIII, p. 305; A. Schmitt, Obs. d'orchite paludéenne, *ibid.* t. IX p. 231; E. Charvot, Soc. de Chirurgie, séance du 26 octobre 1887.

Algérie et y avait eu des accès intermittents à forme tierce qui, dès cette époque, s'étaient accompagnés d'engorgement douloureux du testicule gauche.

Traitement : purgatif, sulfate de quinine. Guérison en six jours sans atrophie.

Série B

Les cas suivants ont été observés en Vendée (1884), région dont le climat tempéré, humide et le sol marécageux entretiennent le paludisme à l'état endémique.

Obs. II. — *Paludisme ancien; orchite primitive unilatérale.*

B..., cultivateur, vendéen, 22 ans, soldat; pas d'hérédité; lymphatisme; pas d'antécédents morbides autres que des accès légers de fièvre intermittente dans sa jeunesse.

Après des pluies, des variations de température et des fatigues, au début d'une petite épidémie d'oreillons, B... est pris d'embarras gastrique, diarrhée et fièvre, terminés au bout de deux jours par l'apparition d'une *orchite spontanée à droite* (tuméfaction, rougeur diffuse); rien aux parotides; quelques douleurs articulaires. Durée, quatre jours.

Traitement : purgatif; iod. potassique (0,75); compression ouatée. Guérison sans atrophie.

Obs. III. — *Arthritis; paludisme latent; orchite primitive unilatérale, conjonctivite; érythème polymorphe; albuminurie transitoire; atrophie testiculaire.*

F..., 21 ans, soldat; profession : paludier (marais salants de la Loire-Inférieure); très lymphatique, ajourné à un an pour faiblesse de constitution.

Antécédents : père rhumatisant; personnels : rhumatisme art. dans l'enfance; actuellement, névralgie sciatique; rien au cœur, pas de varices, maladies nerveuses, dermatoses, otites, ophtalmies; ni syphilis ni blennorragie; pas d'accès de fièvre, mais *rate volumineuse.*

9 février. — Deux mois après l'incorporation, après quelques fatigues et des pluies, il est pris de malaise, courbature, douleurs lombaires; langue sale, humide; diarrhée; pas d'épistaxis; frissons suivis de réaction fébrile.

Le 10. — Genoux douloureux, sans gonflement; fièvre à maximum vers deux heures du soir; injection assez vive des conjonctives et des sclérotiques, photophobie et larmoiement (pas de blennorragie, d'éruptions, d'angine ou de coryza).

Le 12. — Urines rares, briquetées. L'acide azotique y détermine un précipité pris d'abord pour de l'albumine, mais disparaissant par la chaleur; il se forme aussi par l'acide acétique : c'est de l'acide urique. T = 38° le matin; 39°,6 le soir.

Le 13. — Développement spontané, presque indolore, d'une *orchite droite* : pesanteur, retentissement dans le canal inguinal; épididyme modérément douloureux; épanchement dans la vaginale; le testicule est peu augmenté de volume et peu douloureux au toucher; scrotum normal.

Traitement : purgatif; sulfate de quinine; compression ouatée et suspension des organes (Langlebert). Conjonctivite guérie par l'eau chaude. Première guérison vers le 20.

Le 24. — Sous l'influence d'un courant d'air, le malade est repris de frissons; le 25, sur le bord tibial de chaque jambe, on voit des plaques rouges, doulou-

reuses, saillantes *(érythème noueux)*; douleurs articulaires sans gonflement. Douleurs rénales.

Le 26. — Albuminurie (réelle cette fois). T = 37°,8. L'éruption dure dix jours; le 5 mars, l'albumine a disparu.

Les bains tièdes, l'iodure de potassium à l'intérieur (Villemin) n'ont pas paru modifier la marche de la maladie. Pas de complications, pas de récidive d'orchite. Le testicule nous a paru, trois mois après, un peu *atrophié*. Un phénomène remarquable est le suivant : le sujet qui, dans le passé, jouissait de l'intégrité anatomique et fonctionnelle de ses organes observe aujourd'hui, chaque fois qu'il accomplit l'acte vénérien, d'abord une fluxion passagère avec augmentation de volume de son testicule droit, puis, aussitôt après l'émission séminale, une diminution de cet organe jusqu'au tiers de son volume qui prend, en même temps qu'une insensibilité à peu près complète, une consistance mollasse et spongieuse.

L'atrophie testiculaire est conforme aux observations de MM. Girerd, Bertholon et Charvot; mais je ne sache pas qu'un observateur ait signalé cette *intermittence dans le volume et la consistance de la glande*.

Je signale pour mémoire l'albuminurie transitoire, qui ne paraît pas nécessairement liée à l'existence d'une néphrite.

Obs. IV. — *Orchite primitive unilatérale.*

Del..., 21 ans, du marais vendéen, lymphatique, fils de rhumatisant; non tuberculeux; aucun antécédent morbide. Soldat depuis deux mois, il est pris, dans les mêmes conditions que le sujet de l'Obs. III, de fièvre avec arthralgies, sans symptômes parotidiens ou autres. Le troisième jour, *fluxion primitive du testicule droit*; rien dans les urines. Durée, quarante-huit heures. Guérison confirmée sans atrophie ni induration.

Obs. V. — *Paludisme chronique; orchite primitive unilatérale.*

F..., soldat, 21 ans, du marais vendéen; lymphatique; a eu des fièvres intermittentes; aucun autre antécédent morbide. Dans les mêmes conditions que les deux précédents, il est pris d'embarras gastrique, courbature, frissons intenses suivis de réaction (12 février). T° 37°,8 matin; 39°,8 soir.

Deux jours après, *fluxion du testicule droit* (vaginalite); urines légèrement albumineuses.

Même traitement que le précédent (quinine). Durée, dix jours.

Il est resté pendant quelques semaines une induration de l'épididyme, sans atrophie testiculaire.

Obs. VI. — *Orchite primitive unilatérale; récidive; héméralopie; eczéma.*

Pe..., caporal, 23 ans; depuis deux ans en Vendée. Pas d'antécédents héréditaires; personnels : quelques douleurs rhumatismales.

26 avril. — Fièvre légère et état gastrique. Le lendemain, *orchite primitive droite* (douleur et tuméfaction de la glande et surtout de l'épididyme; rougeur diffuse des téguments); pas d'albuminurie. Iodure de potassium *intus et extra;* compression ouatée, bains quotidiens. Guérison le cinquième jour.

8 juin. — Au bout de cinq semaines, *retour de fluxion testiculaire à droite*

sans autre cause qu'une fatigue et un abaissement de température. Durée, neuf jours. Guérison sans récidive.

Dans l'intervalle de ces deux orchites, P..., envoyé au bord de la mer, où il était campé, fut pris d'*héméralopie* qui disparut à son retour dans sa première garnison : il en était guéri depuis cinq jours lorsque la deuxième orchite a débuté.

Enfin, il est intéressant de mentionner le développement, quelque temps après, d'un *eczéma généralisé* et rebelle qui, accompagné de douleurs articulaires, n'a cédé qu'à l'emploi d'eaux thermales sulfureuses.

OBS. VII. — *Orchite primitive unilatérale; purpura.*

H. C..., orig. Loire-Inférieure; soldat en Vendée, trente mois de services. Const. moy., temp. lymph. Pas de rhumatisme, dermatoses, cardiopathies, varices, chorée, maladies nerveuses quelconques (sauf un tic de la face et bégaiement); pas de blennorragie, de syphilis, d'orchite, etc. Pas d'hérédité.

11 juin 1886. — Travaux de terrassement dans un sol marécageux et par des jours pluvieux; le soir, frissons et fièvre (39°,6).

Les deux jours suivants, fastigium à 39°,2 et 39°,5; 38° le matin; arthralgies sans gonflement (genoux, cous-de-pied), courbature, langue saburrale, inappétence. Purgatif.

Le 14. — Troisième jour, développement spontané d'une *orchite à droite*, douleur épididymaire, sans bosselures, tuméfaction de la glande, légère fluctuation, rougeur scrotale à droite; sensation de pesanteur et douleur modérée irradiée dans le cordon. Douleurs à la région des reins. Rien aux parotides ni au cœur; pas d'éruption. Urines sédimenteuses et albumineuses. Sulfate de quinine; T° m. 37°,5; s = 37°. Compression ouatée (Langlebert). Guérison au sixième jour.

Le 21. — C... reçoit une nouvelle averse qui lui cause un refroidissement notable : frissons, douleurs lombaires et articulaires (genoux, coudes, poignets); un peu de gonflement du genou droit et du poignet gauche; enfin, apparition de *taches purpuriques* aux deux jambes. Rien dans la bouche, etc.

Hôpital le 25 juin (service de M. Aubert). — Pendant quinze jours le malade a eu aux jambes des taches de purpura de dimensions variables, procédant par poussées successives. Apyrexie, appétit conservé. Rien au cœur, pas d'hémorragies, etc. Le soir, après quelques heures de station ou de promenade, œdème périmalléolaire bilatéral. Guérison vers le quinzième jour; l'orchite n'a pas récidivé.

Le génie infectieux qui a présidé au développement de ces deux exopathies successives et différant par leur siège anatomique, a-t-il été unique, ou faut-il voir dans cette succession de faits une simple coïncidence? Je ne le crois pas et, contrairement à l'avis formulé par M. Cohn au sujet de différentes maladies infectieuses (1), je pense qu'ici le purpura n'a pas été seulement une suite, mais un symptôme de la maladie.

OBS. VIII. — *Paludisme latent; ictère, orchite primitive unilatérale.*

M. N..., fonctionnaire, 29 ans, bilieux, est pris, la même semaine que le sujet de l'Obs. VII (au retour d'une longue tournée; pluies; surmenage) de frissons

(1) Cohn. Inaug. diss., Berlin, 1886.

et fièvre deux jours consécutifs avec état gastrique. En ce moment le malade subit une vive contrariété et est pris d'*ictère catarrhal* avec vomissements bilieux tellement violents qu'un état presque algide s'en est suivi un instant. Quatre jours après, une *orchite se déclare spontanément* à droite (tuméfaction douloureuse, épididymite puis vaginalite, douleurs modérées non irradiées). Guérison par repos, chlorhydrate de quinine et suspensoir ouaté.

M. N... n'avait aucun antécédent, vénérien ou autre; mais, sans être visiblement paludique, il avait un peu de congestion chronique du foie et de la rate, après un séjour en pays impaludé; pas de traumatisme local.

Trois mois et six mois après, la guérison s'était maintenue sans atrophie.

Ce fait est à rapprocher de la troisième observation de M. Bertholon dans laquelle (1) le malade fut pris d'ictère, non au début, mais à la fin de son orchite.

Série C

Les deux observations suivantes ont été recueillies à Lalla-Marnia (Algérie), poste chaud en été, puisque la température y a atteint 46°,8 à l'ombre, en 1887, et y subit des écarts qui, en cette saison, enregistrent jusqu'à 31° entre le maximum et le minimum d'un même jour; la constitution du sol et ces conditions météorologiques réunies, font à Marnia un climat fiévreux.

Obs. IX. — *Paludisme; zona; orchite spontanée unilatérale.*

En septembre 1887, deux militaires du 81e furent pris, à deux jours d'intervalle, d'oreillons légers, guéris, sans traitement, par résolution et sans complication.

La semaine suivante, un homme de 23 ans, logé dans la même redoute est pris de frissons et de fièvre (38°,2 le matin, 39°,2 à deux heures); le lendemain, embarras gastrique, malaise et *névralgie intercostale*. Sulfate de quinine.

Antécédents : trois ans de séjour en Algérie, en postes chauds et fiévreux; plusieurs accès de fièvre; lymphatisme; anémie. Pas de blennorragie, récente ou ancienne, etc.

Les jours suivants se développe, le long du sixième espace intercostal, un *zona* type; apyrexie.

Le quatorzième jour de l'éruption, accès de fièvre (le malade était allé près d'un ruisseau fiévreux), un peu de délire, maximum vespéral de 39°,6 et de 40° avec rémission matinale à 37°,8. Sulfate de quinine un gramme par jour; chlorhydrate de quinine par la voie hypodermique. Au bout de trois jours, chute subite de la température et apparition d'une *orchite à droite* (fluxion modérément douloureuse, épanchement vaginal); apyrexie. Rien aux parotides. Bandage Langlebert.

Du sixième au septième jour, L... était guéri de son orchite; pas de récidive; seul, le zona a duré cinq septénaires.

(1) Mémoire cité.

Obs. X. — *Orchite primitive unilatérale.*

Un mois après, à la suite de quelques pluies qui ont amené dans la population un redoublement de fièvres intermittentes et une épidémie de rougeole, M. E..., 26 ans, indemne d'accidents paludéens (mais en Algérie depuis longtemps), est pris, après des fatigues et des nuits passées dehors, de frissons et fièvre élevée, céphalalgie, état gastrique, deux vomissements bilieux, pas d'éruptions. Le troisième jour, défervescence et *fluxion testiculaire* avec léger épanchement; douleur testiculaire et épididymaire; lymphangite réticulaire pendant deux jours.

Purgatif, chlorhydrate de quinine, Langlebert. Guérison au bout de huit à neuf jours sans atrophie ni récidive.

M. E... n'accusait ni tuberculose, ni blennorragie, ni oreillons, etc. Il faut dire qu'il était syphilitique et que, comme tel, il suivait un traitement ioduré; il n'avait eu que des accidents secondaires buccaux. La médication iodurée fut suspendue après le début de cet épisode, que je ne crois nullement devoir rattacher à la syphilis; on voit, en effet, que les iodiques n'ont pas empêché le développement de l'orchite, dont on ne peut porter la guérison à leur actif.

Réflexions. — L'observation m'a conduit à penser qu'il existe une orchite primitive, exclusion soigneusement faite des causes généralement connues pour déterminer toutes les variétés d'orchites secondaires. Elle se développe parallèlement ou succède à un état général qui débute par des troubles gastro-intestinaux (état gastrique; le plus souvent diarrhée, parfois vomissements) et des frissons suivis, en quelques heures, d'une ascension thermique atteignant de 39°,5 à 40°,C.; cet état fébrile, qui se rapproche sans doute des accès intermittents, se comporte bien plutôt, en réalité, selon le type rémittent : les frissons initiaux ne se reproduisent pas, en effet, après le premier jour, l'hyperthermie ne s'accompagne pas du stade réactionnel classique qui termine l'accès de fièvre; enfin, entre l'acmé de deux jours consécutifs il n'y a pas d'apyrexie, mais seulement un abaissement thermique s'arrêtant à 38° environ. J'ai vu la fièvre durer trois jours en moyenne et se terminer par une défervescence brusque. Ces caractères seraient ainsi ceux d'une pyrexie légère et de courte durée.

Du deuxième au quatrième jour se développe la manifestation génitale qui, sans aucun doute, semble opérer une sorte de révulsion, mais je ne voudrais pas dire plus : car la cessation des accidents primitifs ne coïncide pas régulièrement avec l'apparition des phénomènes secondaires.

Dans cette orchiopathie, presque toujours unilatérale, l'épididyme est atteint de préférence: il n'est pas rare que la glande elle-même soit prise de fluxion, mais elle reste médiocrement douloureuse et toujours lisse : je n'ai point observé dans les douleurs un caractère d'intermittence, comme dans les cas de M. Charvot (1), non plus que, dans la consistance des tissus, l'état éléphantiasique rapporté par M. Le Dentu (2); il peut exister

(1) Charvot, Mémoire cité.
(2) *Bulletin de la Soc. de chirurg.*, nov. 1887.

seulement une lymphangite réticulaire fugace du scrotum; fréquemment aussi la séreuse vaginale est le siège d'un léger épanchement, dont la résorption est facile et prompte.

Concurremment avec cette orchite, ou avant elle, il est constant d'observer des arthropathies de degrés variables, mais généralement légères; on peut assister au développement simultané ou consécutif d'exopathies (Verneuil), telles que éruptions polymorphes, purpuriques, ostériformes, ou d'endopathies se traduisant par de l'ictère ou par une albuminurie transitoire. Il ne m'a pas paru exister, dans cette modalité multiple, un balancement entre les symptômes qui puisse, dans l'espèce, légitimer l'idée de métastases. A côté de ces faits d'orchite primitive (mais non sur les mêmes individus), j'ai presque toujours observé des cas, soit groupés, soit isolés, de rhumatisme, d'oreillons, de paludisme, sensiblement sous l'action des mêmes conditions extérieures; mais qu'elles qu'aient été d'ailleurs les épidémies ou les endémies contiguës, les symptômes de l'affection n'en ont pas moins conservé cliniquement leur autonomie : je me garderai pourtant de vouloir dire qu'ils constituent une entité morbide ou seulement un syndrome, ce qui est plus probable.

La marche de la maladie est aiguë ou subaiguë : sa durée moyenne varie de quatre à douze jours. Les accidents, sans gravité immédiate, peuvent récidiver et il est constant que l'atrophie testiculaire, pour n'être pas la conséquence nécessaire de ce processus, peut être observée après lui.

Les conditions principales de genèse qui paraissent présider au développement de cet état sont de deux sortes :

1° Elles sont *climatériques*, *telluriques*, *météorologiques* ; au nombre de ces dernières, qui semblent particulièrement importantes, il faut placer l'influence du froid humide, les abaissements subits de température, toute soustraction brusque de calorique aux frais de laquelle l'organisme ne peut subvenir; cet état n'est d'ailleurs nullement l'apanage exclusif des pays chauds;

2° Ce sont des prédispositions *individuelles*, soit locales, soit générales (fatigue, surmenage, paludisme). Des divers facteurs étiologiques invoqués successivement et isolément par les quelques observateurs qui ont vu ces sortes d'orchite, il en est peu que mon observation personnelle me permette d'accepter, surtout d'admettre sans réserves à l'exclusion de tous les autres.

Drago invoque la constipation : j'ai vu une seule fois la constipation, trois fois la diarrhée, six fois les fonctions de l'intestin n'étaient point modifiées. Le même auteur accuse la rétention et la densification spermatique : je puis nier l'existence de cette cause chez tous les sujets que j'ai observés; le surmenage génital a pu parfois intervenir comme cause occasionnelle.

Quelques-uns des cas d'orchite que j'ai observés se sont développés au cours de petites épidémies d'oreillons : il serait possible que le génie ourleux se fût ainsi manifesté sous une forme fruste, comme l'ont écrit MM. Quinquaud et Cousyn : je n'oublie pas, en effet, qu'il est des pseudo-rhumatismes ourliens qui présentent une physionomie clinique analogue et qui ont été signalés par Rilliet, Trousseau, Bergeron, Gailhard, Jourdan, Boinet et surtout par Lannois et G. Lemoine. Toutefois, ces arthropathies pseudo-rhumatismales évoluent par poussées successives et ont une durée généralement supérieure à celle du syndrome que j'ai eu sous les yeux et que ses arthralgies légères et éphémères ainsi que la fièvre du début me portent à isoler.

Je ne crois pas avoir à expliquer les motifs qui m'ont empêché de m'arrêter à l'idée d'une manifestation du rhumatisme vrai : ce que nous ont appris, des pseudo-rhumatismes infectieux, les leçons de M. le professeur Bouchard et les travaux de ses élèves, notamment ceux de MM. Bourcy et de Lapersonne nous ont mis dans la voie de la vérité en séparant du rhumatisme les nombreux accidents infectieux qui y étaient autrefois rattachés. C'est ainsi que je me suis toujours gardé d'administrer à mes malades le salycilate de soude : au reste, la tendance à l'atteinte des reins eût conseillé cette abstention, alors même que le peu de fluxion articulaire n'eût pas démontré l'inopportunité de cette médication. De même, le thermomètre n'indiquant jamais une fièvre fort élevée ni durable, et les complications viscérales faisant défaut, je n'ai jamais eu la tentation de donner le tartre stibié. Enfin l'iodure de potassium à l'intérieur, les topiques iodurés ou autres n'ont eu aucune action sensible.

L'affection a paru, généralement, tendre à guérir presque seule (et ce serait là un élément de diagnostic suffisant pour qui voudrait voir en elle un des accidents de la blennorragie qui, eux, ne guérissent pas seuls!) Cependant, un purgatif léger au début, les toniques ensuite, les composés de la quinine et, comme précieux adjuvant local, la suspension de l'organe aidée d'une douce compression ouatée réalisent à mon sens un traitement à la fois efficace et suffisant.

Qu'on me pardonne d'insister en passant sur le bandage ouaté Langlebert, cet excellent appareil Langlebert, qu'il faudrait inventer s'il n'existait pas pour le plus grand bien des orchiopathes! Je l'ai toujours vu soulager beaucoup les malades et hâter réellement la guérison.

J'ai parlé des sels de quinine : c'est à eux qu'en définitive on doit recourir et que je crois avoir dû le plus de succès. D'un autre côté, quoique je n'aie jamais observé, comme M. Charvot, le caractère périodique des souffrances, il m'est impossible de ne pas rattacher l'éclosion de cette manifestation génitale, sinon à l'existence certaine du paludisme (je dirai plus loin pourquoi), du moins *à des causes pareilles à celles qui lui donnent*

naissance et, dans l'espèce, particulièrement à ses formes légères; au reste, plusieurs de mes malades étaient d'anciens paludéens (1); enfin, observant successivement sous des latitudes différentes (France, Algérie), l'expérience m'a conduit parfois à établir des analogies réelles de climat et de conditions étiologiques entre ces départements séparés par plusieurs milliers de kilomètres et n'appartenant même pas au même continent. « L'ubiquité du germe palustre est, en effet, aussi grande, pour le moins, que celle des germes de la fièvre typhoïde et de la tuberculose, car le paludisme n'a besoin, pour se développer, que de certains facteurs telluriques ou atmosphériques (sol poreux et sous-sol imperméable, marais, chaleur, humidité, etc.) qui se trouvent, en certaines saisons du moins, réunis dans presque tous les pays, sous presque toutes les latitudes (2). »... « Le paludisme est une maladie générale qui atteint tous les organes, tous les systèmes et tous les tissus, qui complique toutes les maladies et dont les manifestations polymorphes ne ressemblent souvent en rien au type classique que nous avons conçu... Cela étend presque indéfiniment le domaine du paludisme (3). »

Fort de cette légitime croyance, est-on cependant autorisé à affirmer la nature paludéenne de toutes les orchites de ce genre? On en peut avoir la conviction, non la certitude : la malaria n'a pas le monopole des bienfaits de la quinine : nous trouvons son utilité dans toutes les infections et ses sels sont encore ce que nous avons de mieux comme antiseptiques internes. En présence des similitudes étiologiques, on s'est peut-être un peu pressé de subordonner au paludisme cette *febris testicularis*, dans laquelle assurément on ne peut nier l'action du refroidissement, l'influence occulte de l'atmosphère arrêtant les échanges organiques et mettant en action des microorganismes accumulés dans nos tissus. Mais de là à incriminer d'emblée les corpuscules de M. A. Laveran et étudiés depuis par divers auteurs (4), il existe tout ce qui sépare une hypothèse vraisemblable d'une certitude, et celle-ci ne sera acquise que lorsque des cultures bactériologiques auront donné à cette théorie force de loi. Que si l'espèce reste inaccessible à la méthode expérimentale, du moins les observateurs devront-ils rechercher dans le sang la présence des corps kystiques pigmentés considérés aujourd'hui comme caractéristiques du paludisme.

Quoi qu'il en soit, il est à peu près certain que cette orchite est liée à l'action d'un germe, qu'elle est l'expression locale d'un état général tributaire d'un micro-organisme dont la morphologie reste à déterminer. Sans vouloir prétendre à spécifier la mise en œuvre de tel agent, j'ai voulu

(1) M. le professeur Verneuil pense que toutes les orchites que j'ai observées étaient paludéennes (communication orale).
(2) De Santi, l'Armée japonaise, en 1884; *in Arch. de méd. milit.*, 1888, t. XI, page 317.
(3) *Ibidem*, page 319.
(4) Voir les travaux de MM. Golgi, Marchiafava et Celli, Sternberg et Osler. Maurel.

présenter un ensemble symptomatique et indiquer la nature de sa cause. Chez les sujets prédisposés, interviennent la fatigue ou des conditions banales comme facteurs occasionnels pour provoquer la germination des accidents : dans ceux-ci, il ne faut voir qu'une imprégnation des centres nerveux par un poison dont l'orchiopathie n'est qu'une manifestation contingente résultant d'une susceptibilité individuelle, un effet de ces influences perturbatrices dont l'essence nous échappe, mais auxquelles sont incontestablement liées les causes morbides et qui engendrent les déterminations sur les *loci minoris resistentiæ*.

Ces divers motifs m'ont conduit à adopter la terminologie d'*orchite infectieuse primitive*, comme étant elle-même une définition suffisante d'une maladie miasmatique de l'essence de laquelle elle ne préjuge pas.

M. Théophile ROUSSEL

Sénateur, Membre de l'Académie de Médecine.

DE L'APPLICATION AUX NOURRISSONS FRANÇAIS EN ALGÉRIE DE LA LOI DU 23 DÉCEMBRE 1874 SUR LA PROTECTION DES ENFANTS DU PREMIER AGE

— *Séance du 2 avril 1888* —

Pendant plus de trente ans après la prise d'Alger, tandis que la France dépensait beaucoup de sang et d'argent pour asseoir et étendre sa domination en Afrique, elle ne savait pas comment l'avenir résoudrait cette question : L'Algérie sera-t-elle une colonie de peuplement, c'est-à-dire une terre où les Français s'établiront à demeure fixe, feront souche et se multiplieront, ou bien ne réussirons-nous à fonder sur le sol d'Afrique que des postes militaires et des stations maritimes où nos soldats, nos fonctionnaires, nos commerçants s'installeront, temporairement, les uns pour des services commandés, les autres pour trafiquer et faire fortune?

Longtemps, les arguments les plus forts ont pu être invoqués à l'appui de cette dernière solution. Les chiffres des naissances comparés à ceux des décès; la mortalité excessive des Français, particulièrement des enfants, l'impossibilité de combler les vides autrement que par une immigration croissante, ont semblé justifier ces paroles du général Duvivier : « Les cimetières sont les seuls colonies toujours croissantes en Algérie. » L'expérience médicale a souvent témoigné dans le même sens, et, pour entrer dans la question sur laquelle je veux appeler l'attention du Congrès, je

me bornerai à rappeler ce sinistre témoignage du Dr Vidal : « Les enfants nés en Algérie de pères et mères européens sont impitoyablement moissonnés. »

Sans doute des temps meilleurs sont venus. A partir de 1866, les statistiques officielles ont accusé, pour la population d'origine française, un excédent des naissances sur les décès. Toutefois, il y a huit ans à peine, après avoir examiné la série des relevés annuels, un homme dont le nom fait autorité en démographie, formulait son jugement sur l'avenir de notre race en Afrique, dans les termes suivants : « Quelles sont, disait Bertillon, les chances d'acclimatement des races européennes sur le sol africain? Quelle opportunité y a-t-il d'en stimuler le développement et, enfin, quel est l'avenir de notre colonie algérienne au point de vue du développement de la population européenne? »

Il concluait ensuite de l'ensemble des faits acquis « que les Français, armés des ressources de la science moderne, obtiendront une acclimatation des hommes du midi de l'Europe sur la terre d'Afrique ».

Les documents publiés plus récemment par l'auteur de la *Démographie de l'Algérie*, autorisent assurément plus de confiance en l'avenir de la colonisation française. Voici en quels termes, dans son étude statistique présentée au Conseil supérieur du Gouvernement pour l'année 1884, le Dr Ricoux a pu résumer l'histoire de l'acclimatement des Français dans la seconde période de notre occupation : « Après trente-cinq ans, une population française acclimatée s'était formée par sélection, grâce aux croisements avec les races plus aptes à vivre sur le sol africain. L'influence des croisements est si réelle que l'accroissement de la natalité française a coïncidé avec l'arrivée à l'âge adulte de la génération issue des premiers mariages croisés. Depuis lors, chaque année, la mortalité s'atténue, inférieure à celle des étrangers du midi de l'Europe; la natalité s'élève, atteint le double de la natalité en France et les mariages mixtes continuent à se faire plus fréquents, bien loin d'avoir été un phénomène fortuit et passager. »

Ainsi, à l'heure où nous sommes, les conditions d'infériorité de l'immigrant français, si menaçantes d'abord, se sont améliorées; ce changement a coïncidé avec l'apparition d'une génération nouvelle, née, en général, avec plus ou moins de sang étranger et qui tient de ses parents, nés en Algérie, une résistance suffisante à l'action du climat.

Quelque rassurant que puisse être ce fait pour l'avenir des races européennes en Afrique, il n'en résulte pas moins, que l'acclimatement présente toujours pour l'immigrant français, surtout pour le colon proprement dit, des difficultés et des dangers plus grands que pour l'immigrant d'Espagne ou d'Italie; on constate toujours à son détriment, une mortalité plus considérable et une natalité moindre: et pour montrer combien

cette situation mérite de nous préoccuper, il me suffira d'emprunter à la dernière publication du Chef des travaux de statistique démographique et médicale de l'Algérie, cette constatation que, dans plus de la moitié des naissances européennes en Algérie, il n'y a pas trace de sang français. En 1886, sur mille naissances européennes, 456 avaient du sang français. En 1885, la proportion avait été de 496; en 1884, de 460; en 1883, de 481; en 1882, de 476.

Parmi nos concitoyens d'Algérie, que cette situation inquiète justement, le premier mouvement consiste à chercher un remède dans un accroissement de l'immigration française. Dans une des dernières sessions du Conseil supérieur du Gouvernement de l'Algérie, le rapporteur d'une proposition tendant à obtenir un crédit de 2,845,000 francs pour dépenses de colonisation, s'exprimait en ces termes : « Comment le Parlement ne serait-il pas ému et quelque peu effrayé d'apprendre que, dans la dernière période quinquennale, la population française en Algérie augmentait de 7 1/2 0/0, tandis que la population étrangère augmentait de 14 0/0 et la population arabe de 12 0/0. Ce résultat déplorable, s'il se prolongeait, mettrait en péril notre situation, même en Algérie ».

Il ne faut pas perdre de vue, comme on a paru le faire au Conseil supérieur de Gouvernement, que dans cette infériorité de développement de l'élément français, comparé aux autres éléments de la population coloniale, les chiffres qui donnent la mesure de l'immigration française ont moins de gravité, pour notre avenir, que ceux qui accusent, d'une part, une natalité moindre, et d'autre part, une mortalité plus considérable. L'étude approfondie des faits amène forcément à cette conclusion que, pour bien assurer le développement de notre colonisation, il ne suffit pas d'appeler incessammment de nouveaux Français en Afrique; il est nécessaire de faciliter leur acclimatement et il importe surtout de diminuer la dîme, toujours énorme, que la mort prélève sur leurs enfants pendant le premier âge.

L'importance de cette dernière question a été bien sentie et indiquée, dès 1880, par l'auteur de la *Démographie figurée de l'Algérie*. « La mortalité de la première année, a dit le Dr Ricoux, est ici excessive chez tous les peuples. » Il ajoute que la deuxième année est encore une épreuve sérieuse pour les enfants européens. Il reconnaît qu'à l'action du climat se joignent d'autres causes : le manque de soins bien entendus, la mauvaise direction donnée à l'alimentation, la mauvaise hygiène, et même, dans certains cas l'industrie nourricière; il donne, par exemple, comme *avéré*, ce fait, que dans des villes où la population israélite est nombreuse, « des femmes de cette race font métier de nourrir, pendant des années, une succession d'enfants dont, dit-il, pas un n'échappe ».

Je ne m'attacherai pas à démontrer combien, dans les conditions qui

viennent d'être indiquées, il y a pour l'autorité publique un rigoureux devoir, d'assurer aux enfants européens, et surtout aux enfants français le bienfait, qui a suivi partout en France, l'application de la loi du 23 décembre 1874. L'autorité a compris de bonne heure son devoir, puisque la loi a été promulguée en Algérie dès 1877. Des comités départementaux, des commissions locales ont été institués; l'inspection médicale a été établie sur plusieurs points. Les résultats de ces premières tentatives ont été publiés çà et là. Nous les trouvons résumés en ces termes, en 1877, pour le département de Constantine : « Les enfants en nourrice, placés sous la surveillance de l'administration et des comités locaux de protection, étaient au nombre de 140 en 1877; sur ce nombre, 33 étaient décédés, soit 14,283 0/0; en 1878, on comptait 255 enfants, sur lesquels 28 étaient morts, soit 16,61 0/0 » Le Dr Ricoux, en relatant ces chiffres, les jugeait avec raison, insuffisants pour une appréciation exacte de la mortalité du premier âge; ils suffisaient cependant, à son avis, pour démontrer combien la loi de protection des enfants du premier âge peut être efficace en Algérie. « Il y a certainement, disait-il, plus de 255 enfants placés en nourrice dans notre département; mais l'application de la loi est loin d'être facile dans un pays cosmopolite, avec des gens sans instruction, comme le sont en majorité les nourrices italiennes, maltaises et espagnoles..... Avec ces réserves, ces chiffres prouvent que la surveillance protectrice est féconde en résultats, pour les nourrissons qui en profitent et l'on peut dire, sans crainte d'erreur ou d'illusion, que la mortalité des enfants privés de protection doit être effrayante ».

Après avoir ainsi mis à nu le mal dont la colonisation française souffre toujours sous les dehors brillants de l'Algérie actuelle, M. le Dr Ricoux demande « s'il ne serait pas très urgent de déterminer dans quelle proportion cette moisson de la mort dans le premier âge peut être compatible avec la conservation de la collectivité algérienne, avec le succès de son développement colonisateur », et il termine en réclamant instamment une plus large et plus exacte application de la loi « pour arrêter cette mortalité infantile qui, plus forte qu'en France, dit-il, mérite de préoccuper plus vivement ceux qui s'intéressent aux questions d'acclimatement dans notre colonie africaine. »

J'ai eu, il y a deux ans, en divers points des provinces d'Alger et de Constantine, la satisfaction de constater le zèle patriotique avec lequel des membres du corps médical se sont mis à l'œuvre, sans autre préoccupation que d'assurer à l'enfance française la sauvegarde de la loi de protection. A Blidah, j'ai vu le Dr Marcaillou d'Aymeric visitant des enfants placés chez des nourrices de son choix, par lesquelles il s'attachait à faire mettre en pratique les prescriptions de l'hygiène de la première enfance en Algérie, résumées par lui dans un écrit à l'usage des mères et des nour-

rices algériennes. A Constantine, j'ai visité, avec M. le Dr Leroy, des nourrissons français allaités et soignés, avec de bons résultats, par des nourrices israélites.

Mais, quels sont, en définitive, à l'heure actuelle, le fonctionnement pratique et le résultat général de la loi du 23 décembre 1874, promulguée depuis dix ans en Algérie? Quels sont ses effets bien constatés sur la mortalité des nourrissons de sang français?

Les renseignements administratifs que j'ai pu recueillir, n'autorisent encore qu'une seule affirmation, à savoir : que la protection des enfants du premier âge n'est encore sérieusement organisée, comme service public, dans aucun des trois départements d'Algérie et qu'elle n'y rend pas encore à la population française les services en vue desquels la loi a été promulguée en 1877.

Pour le département d'Alger, voici le résumé présenté au Conseil général de ce département dans sa dernière session (octobre 1887). « L'application de la loi Roussel, dit le rapporteur, rencontre de nombreux obstacles provenant de l'ignorance des nourrices et de la négligence des familles. Les déclarations de placement d'enfants, plus nombreuses en 1884 qu'en 1883, ont diminué en 1885 pour se relever un peu en 1886. A Alger, le chiffre des enfants qui était de 200 s'est élevé à 356 en 1884, pour retomber à 225..... » Ces 225 enfants avaient reçu 1,291 visites. On comptait 58 changements de nourrices, motivés par de mauvais soins, la grossesse ou des maladies des nourrices. M. le Dr Robert, médecin inspecteur à Alger, expliquait les chiffres peu élevés de placements d'enfants, par l'inobservation des prescriptions de la loi relatives aux déclarations de mise en nourrice, il réclamait une application rigoureuse des pénalités de la loi et une large publicité donnée aux punitions, afin de mettre un terme non seulement à de fâcheuses négligences, mais encore à des placements intentionnellement clandestins faits pour se soustraire à toute surveillance.

A la même époque, le rapport présenté au Conseil général de Constantine donnait les résultats suivants :

Nombre d'enfants surveillés en 1886	202
Décédés	26
Sortis en raison de leur âge ou retirés par les parents .	105
TOTAL DES RESTANTS. . .	71

Moyenne des décès, 12,87 0/0

« Le service des enfants du premier âge, ajoute le rapporteur, fonctionne assez régulièrement dans le département; des registres sont ouverts dans chaque mairie et tenus avec soin à Constantine. Philippeville

et Bône. Les médecins s'acquittent avec zèle et dévouement de leurs devoirs. »

Le résumé de la situation présenté au Conseil général d'Oran est encore plus sommaire; il n'offre qu'un chiffre, celui du crédit voté par le Conseil et qui a été en 1887, de 1,000 francs. Ce chiffre correspond aux dépenses des imprimés réglementaires, des inscriptions sur les registres de la mairie d'Oran et des frais de l'inspection médicale dont un seul médecin, l'honorable Dr Mondot, a assumé jusqu'ici toute la charge. « Le service, est-il dit dans le rapport, est complètement organisé *sur le papier*, des registres, imprimés, circulaires, affiches, etc., ont été envoyés dans toutes les communes où se sont trouvés des enfants de cette catégorie. »

Ces dernières paroles semblaient indiquer l'intention, dès l'année dernière, d'étendre l'action de la loi en dehors des limites du chef-lieu du département et j'ai eu, en effet, depuis mon arrivée à Oran, la satisfaction de constater que, grâce à M. le Préfet Dunaigre et à son auxiliaire expérimenté, M. l'Inspecteur départemental Herfray, l'organisation du service de protection est presque un fait accompli. M. Dunaigre a obtenu du Conseil général pour 1888, un crédit double de celui de l'année dernière. Il vient de prendre une décision en vertu de laquelle tous les médecins de colonisation du département, qui sont au nombre de 31, seront constitués en service d'inspection médicale des enfants placés en nourrice, en sevrage ou en garde, suivant les termes de la loi.

Les départements algériens, plus heureux, sous ce rapport, que beaucoup de départements de la mère patrie, ont un service d'assistance médicale dans les campagnes organisé et assuré pour toutes les parties du territoire ouvertes à la colonisation. D'après l'*Annuaire administratif* de 1888, l'Algérie possède un service médical de colonisation, divisé en 91 circonscriptions, dont 30 dans chacun des départements d'Alger et de Constantine et 31 dans le département d'Oran. Il y a là, pour apporter à nos colons ces secours de la science, considérés par Bertillon comme une condition de première nécessité pour le succès de la colonisation, 67 docteurs en médecine et 24 officiers de santé, dont la mise à contribution pour la protection du premier âge n'a jamais été réclamée. Elle aurait dû l'être, cependant, si les textes de lois, décrets et arrêtés administratifs n'étaient pas si souvent lettre morte dans notre pays. Il existe, en effet, un décret en date du 23 mars 1883 dont l'article 6 porte que « les médecins de colonisation recevront, en outre de leur clientèle particulière et d'un traitement fixe, *une indemnité relative au service de protection des enfants du premier âge*.

Il ne faut pas perdre de vue, sans doute, que beaucoup de centres de colonisation n'ont encore qu'une installation très récente, incomplète, et que dans ces conditions la mise en nourrice des enfants est très difficile

sinon impossible. On reconnaîtra, d'autre part, qu'en présence des progrès de la colonisation française, l'heure est venue pour la mise en pratique du décret de 1883, et pour l'organisation administrative de la participation des médecins de colonisation au service de protection des enfants du premier âge.

J'ai noté plus haut l'avantage qu'a l'Algérie de posséder un service d'assistance médicale partout où il y a un groupe de colons français : il en est un autre non moins appréciable, celui de posséder à la tête des services administratifs, des fonctionnaires plus stables, auxquels, en général, est donné le temps d'étudier les besoins, de préparer les réformes et de les mettre à exécution. M. le Gouverneur général Tirman, qui a dépassé dans ses hautes fonctions la durée accordée à ses prédécesseurs, ne s'était pas préoccupé d'abord du service de protection des enfants du premier âge, considéré administrativement comme une annexe du service des enfants assistés et, par conséquent, comme un service purement départemental, relevant directement des préfets et dont le gouverneur général et le Conseil supérieur de gouvernement n'ont pas à s'occuper. Une connaissance plus approfondie des besoins de la population française en Afrique l'a amené à placer l'application sérieuse de la loi du 23 décembre 1874, au premier rang des mesures propres à assurer son développement et les progrès de la colonisation et j'ai eu la satisfaction de l'entendre, après avoir applaudi à l'initiative prise par M. le Préfet d'Oran, exprimer la volonté d'imprimer partout une impulsion nouvelle et d'exercer désormais le contrôle qui lui appartient sur le service de protection des enfants du premier âge.

Pour le succès de cette œuvre, il faut encore le concours d'une autre autorité, celui de la magistrature, que nous avons vu réclamé instamment à Alger, au nom de l'inspection médicale. Les sanctions pénales de la loi de protection sont modérées ; il est indispensable qu'elles soient appliquées en Algérie. Partout où elles l'ont été à propos, aux nourrices et aux agents de placement d'enfants, elles ont produit les meilleurs effets.

Une dernière observation sur les documents concernant l'application de la loi du 23 décembre 1874, en Algérie, doit trouver place ici. J'ai rencontré dans ceux qui ont déjà paru des chiffres relatifs aux effets de la loi sur la mortalité, qu'il m'eût été agréable de citer. Je les ai laissés à l'écart parce qu'ils m'ont paru établis sur des données insuffisantes. Le recensement effectué en Algérie en 1886, sur les anciens errements, ne permet pas encore de déterminer avec exactitude la mortalité propre à chaque âge et à chaque sexe, par nationalités et par races ; mais, à défaut de ces renseignements intéressants, il faudrait du moins que, dans les relevés futurs de la mortalité des nourrissons français, on cessât de trouver confondus, dans le même calcul, la première et la deuxième année de la

vie, qui payent partout un tribut inégal à la mort, et il convient également de faire au moins, dans la première année, un groupe séparé des décès qui surviennent de zéro à un mois. Il est nécessaire, enfin, de dégager la statistique de la cause d'erreur qui consiste à porter comme unités équivalentes l'enfant qui passe une semaine dans le service de protection et celui qui s'y maintient pendant une année, au lieu d'établir le calcul sur le nombre de jours afférent à chacun. Ces corrections sont indispensables pour que la statistique de la mortalité acquière en Algérie assez de valeur pour qu'on puisse y chercher une mesure certaine des effets de la loi et pour mettre, comme en France, les bienfaits de cette loi hors de contestation.

La terre d'Afrique a bu longtemps le sang de nos soldats ; la fièvre y a dévoré par milliers nos premiers colons ; la mort y fait encore sur les enfants français une moisson trop considérable ; il est temps que ces enfants puissent trouver sur cette terre, qui nous fait payer si cher le droit de l'appeler française, des conditions de vie mieux assurées. L'application sérieuse, étendue de la loi de protection du premier âge est, pour les générations naissantes, le meilleur de ces secours de la science et de la loi que Bertillon réclamait comme une condition indispensable pour l'acclimatation de la race française et le développement de notre colonisation en Afrique.

J'ai cru remplir un devoir patriotique en appelant sur cette question l'attention des membres du corps médical de l'Algérie et la recommandant instamment à la sollicitude des autorités administratives et judiciaires de notre grande colonie.

M. PAULY

Ancien médecin principal de 1re classe de l'armée, à Oran.

DU RÉVEIL ET DU RÉTABLISSEMENT DE L'HÉMATOSE PAR DES PROCÉDÉS MÉCANIQUES AU DÉBUT DE LA PÉRIODE ASPHYXIQUE ET CYANIQUE DU CHOLÉRA

— *Séance du 2 avril 1888* —

Je me propose de dire quelques mots sur un moyen de traitement, applicable aux premières périodes du choléra, que j'ai vu fonctionner devant moi, dans nos camps du Maroc, en octobre 1859, et que j'ai eu l'occasion d'appliquer bien des fois, et dans l'immense majorité des cas avec succès. Nous subîmes à cette époque un choléra d'une intensité tout à fait exceptionnelle : du 14 au 27 octobre, nous perdîmes plus de

trois mille hommes sur un effectif de seize mille environ, et les décès qui eurent lieu à la même époque, et dans les semaines qui suivirent le 27 octobre, dans nos hôpitaux et ambulances d'évacuation, permettent de dire que nous avons perdu, par le fait de cette épidémie, plus de quatre mille hommes. (Laveran, *Dict. encycl.*, article Choléra).

Les causes d'une pareille mortalité sont sans doute multiples; je n'ai pas la prétention de les avoir toutes saisies; mais j'en indiquerai très brièvement quelques-unes, dont l'action sur le corps d'armée du Maroc m'a paru incontestable.

1° Une constitution médicale épidémique cholérique régnant alors sur quelques points du midi de l'Espagne et sur le Maroc, où elle a frappé sur le corps d'armée espagnol opérant, à cette même époque, dans le nord du Maroc; divers faits que je signalerais volontiers, si l'espace ne m'était pas mesuré, ont prouvé aussi que, sous une forme atténuée, cette constitution épidémique cholérique s'est propagée dans l'ouest de l'Algérie jusqu'à Oran.

2° Pour la plus nombreuse partie du corps d'armée, un séjour de plusieurs semaines, sans bouger, du 25 août au 10 octobre 1859, dans une localité où la malaria sévit tous les ans avec violence, dans la plaine de Ras-el-Mouïla, entre Maghnia et Ouchda : pour les autres corps arrivés plus tard sur le terrain de la lutte, un surmenage physique énorme; ces troupes venaient, en effet, d'être distraites de l'armée d'Italie, après Solférino et le traité de Villafranca; elles étaient restées longtemps entassées sur des vapeurs qui les transportèrent dans l'est de l'Algérie, puis à Oran, d'où elles se rendirent à pied, à l'époque des plus grandes chaleurs, à notre camp du Kyss, après avoir subi bien des fatigues et des privations.

3° Comme troisième cause prédisposante incontestable, je signalerai enfin la saison, la fin de l'été et les premiers jours d'automne, août, septembre et octobre. C'est une vérité bien connue que, dans les pays à malaria, les expéditions militaires en automne, offrent des chances très aléatoires au point de vue des épidémies; qu'il est partout dangereux dans cette saison et surtout dans les pays chauds, de camper plus de quelques jours sur le même point.

Ces vérités sont bien connues; mais on les oublie souvent et d'ailleurs les événements, dont on n'est pas maître, obligent quelquefois à faire ces expéditions d'automne dans les pays chauds. C'est alors qu'il faut, au moins, changer souvent de localités pour camper, et bien choisir le point où l'on campera.

Une autre condition bien impérieuse dans ces expéditions d'automne, c'est d'augmenter dans toute la mesure du possible le bien-être matériel de la troupe, de lui assurer des distributions suffisantes de soupe, de viande, de vin, eau-de-vie et café, précautions importantes mais le plus

souvent très mal exécutées, ou pour mieux dire, souvent absolument négligées. Si j'avais la place suffisante, je pourrais facilement, après l'expédition du Maroc, où tout cela nous manqua, citer les expéditions bien plus récentes de la Tunisie et du sud oranais, dans l'été de 1881, comme exemples des funestes conséquences des privations de toute sorte, imposées à notre nouvelle armée, entièrement composée de tout jeunes gens, dont les besoins physiques sont bien plus grands que ceux de notre armée de 1859 où l'on comptait tant de rengagés et de vieux soldats.

Le choléra débuta le 14 octobre, au moins comme épidémie avérée. Il est juste de faire remarquer ici que des diarrhées très nombreuses, dont plusieurs avec refroidissement sensible, et quelques accès algides suivis de décès, avaient déjà signalé au camp de Ras-el-Mouïla, le cours du mois de septembre et les premiers jours d'octobre ; la constitution médicale s'aggravait visiblement et manifestait incontestablement une tendance vers le choléra.

Quoi qu'il en soit, le 14 octobre 1859, plusieurs cas se produisirent simultanément et le nombre des cas nouveaux augmenta les jours suivants dans une progression très rapide.

Deux ou trois jours après le début, je fus frappé de voir dans notre camp du Kyss, dans le terrain du 88e, les hommes promener leurs camarades qui commençaient à se chólériser, quand les forces leur manquaient pour se promener tout seuls. On contraignait ainsi, au début de l'attaque cholérique, les malades à marcher le plus longtemps possible, soit livrés à eux-mêmes, soit en les soutenant, et pour cela deux hommes suffisaient à la tâche de promener d'autorité le malade en le prenant chacun par un bras.

Les bons résultats de cette déambulation étaient bientôt visibles, la plupart du temps : tel, qui vacillait sur ses jambes au début et qui laissait tomber sa tête sur sa poitrine se relevait peu à peu et reprenait une allure de plus en plus animée ; les vertiges, les crampes se dissipaient, et la face perdait sa pâleur cyanosée, pour reprendre une coloration rosée.

Qui avait institué cette méthode ? Il m'a paru qu'elle était née d'un instinct des soldats eux-mêmes ; quelques guérisons rapides les avaient confirmés dans cette manière d'agir que les officiers du 88e et mon excellent camarade, le Dr Bonaccorsi, appuyaient de leurs encouragements. Des cas de guérison semblables avaient été vus en Crimée. Le commandant de place à Belley, en 1884, m'a raconté avoir échappé, en 1854, à une attaque des plus violentes de choléra, en marchant la nuit pendant plusieurs heures sur le plateau de Balaclava en Crimée.

Mais la conviction nécessaire dans l'application de cette méthode, de la marche prolongée, faisait un peu défaut aux malades et à leurs aides. Le malade d'abord ne s'y prêtait pas toujours volontiers, surtout s'il était

déjà beaucoup prostré : il lui semblait que ce n'était pas assez sérieux et que ces mouvements imposés et difficiles à exécuter au début, ressemblaient un peu à une mauvaise plaisanterie ; ajoutez à cela la répugnance profonde des neuf dixièmes des hommes à se mettre en contact si intime et si prolongé avec un cholérique.

J'eus bientôt l'occasion d'appliquer cette méthode dans les meilleures conditions de bonne exécution. Le 19 octobre, vers minuit, rentrant dans ma tente que je partageais avec un de mes aides-major, je trouvai celui-ci couché, se plaignant de grand malaise, de vertiges, de nausées et de crampes dans les jambes. Je venais d'assister aux derniers moments du colonel Laffont, chef du génie de la colonne, qui venait de succomber après un choléra très rapide, cinq ou six heures au plus : les cas à marche foudroyante se multipliaient dans le camp et tous les cas étaient sérieux. Mon nouveau malade était déjà un peu refroidi aux extrémités et le pouls était faible; je jugeai qu'il y avait urgence à arrêter de suite cette tendance asphyxique et ce refroidissement de mauvais augure, je le fis lever et après lui avoir fait avaler un verre de malaga, le seul cordial que je possédais, je le fis marcher à grands pas sur le terrain de l'ambulance, en lui donnant le bras ; sa marche d'abord très pénible, à cause de sa faiblesse et de ses vertiges, ne tarda pas à se raffermir sous l'influence du vent frais de la nuit (la nuit, l'air est toujours frais et même froid en Afrique), qui lui fouettait la figure ; les extrémités, les pieds, les mains, la figure se réchauffèrent rapidement, et bientôt je constatais que mon malade se reprenait à la vie avec vigueur; il redevenait gai et souriant, et une bonne moiteur se répandait sur le corps entier ; bref, après une heure d'une marche très animée, il était visible que tout danger avait disparu.

Le lendemain, deux faits très importants se produisirent dans les rangs élevés du corps d'armée du Maroc : tous deux très concluants en faveur du traitement du début de l'attaque cholérique par le mouvement prolongé. Le premier, un cas heureux encore, fut celui du commandant Beauprêtre, mort depuis, tué à l'ennemi, dans l'insurrection de 1864, à Stitten. Il était, comme presque tout le monde dans le camp, un peu indisposé, lorsque se déclarèrent les premiers symptômes positifs de l'invasion cholérique : crampes, diarrhée, vomissements.

Le commandant Beauprêtre était un homme d'une rare énergie, et d'une activité dévorante; au lieu de laisser se développer sur place une attaque dont l'issue funeste n'était que trop certaine, il se remue, se démène dans son camp et pendant qu'il arpentait le terrain devant sa tente à grands pas, fait seller son cheval, prend avec lui des cavaliers du goum et va d'une traite à Nemours dont nous étions à plus de soixante kilomètres. Parti du camp très mal en train, il arrive à Nemours bien dispos et absolument métamorphosé par la course qu'il venait de faire ; hâtons-nous de

dire ici, que dès les premiers kilomètres, il était complètement hors de danger.

Le deuxième fait que je tiens à signaler ici, est un cas suivi de décès, mais qui, je n'hésite pas à le dire, aurait eu l'issue la plus heureuse si le malade avait voulu imiter le commandant Beauprêtre.

Le même jour que celui-ci luttait contre l'invasion du choléra par une marche forcée à cheval, le général Thomas, commandant la subdivision de Tlemcen, et actuellement à la tête d'une brigade de la 1re division du corps expéditionnaire, tomba malade ; je fus appelé auprès de lui par le général Walsin d'Esterhazy, et je le trouvai affaissé sur une sorte de canapé, la langue blanche et saburrale, des nausées, des vomituritions et quelques vertiges ; en somme, un état qui, en temps ordinaire, eût été considéré comme un embarras gastro-intestinal, mais en temps de choléra épidémique et dans une localité aussi fortement touchée par l'épidémie que l'était notre camp du Kyss, une indisposition de ce genre ne saurait être négligée. Le général Thomas avait soif et buvait souvent un peu de limonade au citron ; sa figure, exprimant la fatigue et le découragement, avait néanmoins de bonnes couleurs, sa peau était naturelle, mais il était absolument abattu au moral ; il était comme échoué sur ce canapé et répugnait au moindre mouvement. Je cherchai à le rassurer, en lui affirmant que dans le corps d'armée nous étions des centaines, des milliers peut-être, aussi mal en train que lui, avec autant d'anorexie que lui, mais que, la plupart, nous faisions beaucoup de promenades et à tout propos : qu'il n'avait qu'à cesser absolument sa limonade, qu'il devait prendre seulement de temps en temps un peu de cognac ou de chartreuse par cuillerées à café, et se mettre de suite à se promener au grand air devant sa tente. J'ajoutai à ces conseils celui de faire seller son cheval et de partir, avec une petite escorte, se promener dans les montagnes voisines, dès que la marche lui aurait rendu l'énergie musculaire qui lui manquait. Malheureusement, le général Thomas était absolument démoralisé ; il avait eu à subir, la veille, un blâme des plus sévères du général en chef de notre corps expéditionnaire, le général de Martimprey, qui lui avait reproché de n'avoir pas étouffé dans l'œuf, cette invasion de notre frontière, par les Marocains et les atermoiements qui avaient nécessité notre expédition et notre entrée au Maroc, pour aller châtier chez eux nos envahisseurs ; expédition dont on se promettait au début les plus heureux résultats pour la rectification de la frontière, mais que le choléra menaçait de changer en désastre.

Malgré mes instances réitérées et malgré la conviction que j'avais et que je m'efforçais de lui faire partager, que son malaise cesserait à la moindre tentative de marche prolongée, il ne put se résoudre à suivre mes conseils ; la période asphyxique et l'algidité ne tardèrent pas à se manifester et il mourut le même jour, six ou sept heures environ après ma visite du matin.

J'insiste sur ce fait, car il est plein d'enseignements; comme médication proprement dite, il n'y en avait aucune à faire, car devant des cas si rapides, toutes font perdre un temps précieux. Une marche soutenue, dont la facilité et l'énergie augmentent d'ailleurs, de minute en minute, et avec cela tout au plus quelques gouttes de spiritueux, l'auraient sauvé infailliblement.

C'était en réalité, lorsque je le vis à ma première visite, un de ces cas qui guérissent toujours quand le malade surmonte sa tendance à rester couché.

Je pourrais multiplier ici ces exemples de cas heureux où le procédé de la marche prolongée a été employé avec succès. J'en ai observé plusieurs autres au Maroc dans notre expédition; à Tlemcen, en 1865 et 1867 et à Marseille : cas heureux dans lesquels les circonstances m'ont permis d'agir à mon gré sur les malades, c'est-à-dire de m'en faire obéir, ce qui n'est pas toujours facile, soit que le malade, soit que la famille ne veuille pas entrer dans ces vues avec une conviction suffisante, soit que les localités ne s'y prêtent pas.

Dans tous ces cas heureux, des invasions cholériques avec selles riziformes, crampes et cyanose ont été rapidement dissipées en une ou deux heures de marche soutenue à l'air libre, hors de la maison, quand on le peut; dans un jardin, sur une promenade, sur une route, et enfin quand on ne peut agir autrement, dans les appartements mêmes du malade dont on ouvre largement les croisées.

Il faut le plus souvent donner pendant quelque temps le bras au malade et c'est presque toujours le rôle d'un parent ou d'un ami et chercher à lui relever le moral, à le distraire surtout, en le faisant marcher.

Dans bien des cas, je me suis servi avec avantage d'un éventail pour rafraîchir la figure du malade, ou d'une serviette mouillée d'une eau fraîche pour lui pratiquer, tout en marchant, quelques rapides lotions sur la figure et la tête.

Il ne faut pas reculer, si la déambulation a lieu en plein air, la nuit, devant un peu de pluie. Il m'a semblé souvent que la fraîcheur piquante des gouttes d'une pluie légère ne produisait que de bons effets et paraissait même, comme par une sorte de procédé hydrothérapique, faciliter le réveil de l'hématose.

L'essence même de cette méthode, c'est le rétablissement de l'oxygénation du sang et des fonctions respiratoires ; de même qu'on agit sur un noyé, sur un asphyxié, par les mouvements, imposés au patient, de la respiration artificielle, de même, nous poursuivons par la marche et autant que possible, par l'exposition simultanée à un air frais et piquant, le rétablissement de la fonction respiratoire chez le cholérique, car chez lui, c'est le trouble profond de la respiration qui fait le danger de la période asphyxique et cyanique.

Dans la plupart des cas, dès les premiers pas du malade, la respiration

prend de l'ampleur et le pouls de la fermeté ; la pâleur cyanique de la face s'efface et fait place aux couleurs de la santé : les yeux éteints et cerclés de noir se raniment et prennent de l'éclat. En un mot, l'oxygénation du sang arrive à se faire dans les capillaires de tous les organes et tous les dangers si graves de la période asphyxique sont conjurés.

Par le réveil et l'épanouissement de la fonction respiratoire, par l'oxygénation du sang suractivée par la marche, il est probable que le principe morbide, microbe ou ptomaïne qui enrayait d'une manière si grave les actions chimiques qui se passent normalement dans le sang et les tissus, il est probable, dis-je, que ce principe morbide est dompté et éliminé. Il semble que la cause intime de l'asphyxie qui va amener la mort, est définitivement ou annihilée, ou détruite, par le rythme bienfaisant d'une marche soutenue.

Il n'y a rien de surprenant à ce que des procédés analogues à la marche forcée aient donné des résultats satisfaisants dans d'autres maladies infectieuses, et que les applications de cette méthode, qui est essentiellement l'exposition à l'air libre avec mouvements actifs ou passifs prolongés, n'aient pas été limitées au seul choléra épidémique.

Ranald Martin cite une de ces applications qui ne manque pas d'intérêt dans son savant ouvrage: *Influence of tropical climate*, p. 354, chap. *Gestation in open air*. Dans ce chapitre, Ranald Martin expose la pratique de Robert Jackson dans l'armée anglaise, de 1780 à 1810, en Amérique et en Hollande. Pour ce praticien éminent, c'est ainsi que Ranald Martin le qualifie, aucun traitement ne peut donner les résultats que donne dans les fièvres intermittentes et rémittentes rebelles compliquées d'anémie, dans les diarrhées et les dysenteries chroniques, le transport des malades *en plein air* sur des voitures découvertes. Il cite, à cet égard, les faits les plus concluants relevés dans divers mouvements de retraite opérés par les troupes anglaises, soit aux États-Unis, soit en Hollande en 1795, devant des troupes ennemies victorieuses. Dans plusieurs de ces mouvements de retraite prolongés pendant une ou plusieurs semaines, dans les conditions apparentes les plus mauvaises, des malades entassés sur des charrettes découvertes, supportant des pluies prolongées, le froid et la rosée des nuits, ont guéri contre toute attente.

Dans le jour et sous l'influence du soleil, Robert Jackson conseille d'abriter les malades placés sur des voitures découvertes, par quelques branches d'arbres garnies de feuillage, mais à l'ombre, ou la nuit, cette précaution est inutile, Robert Jackson ajoute qu'il ne s'agit pas ici de transporter les malades dans une voiture quelconque, fermée ou peu ouverte, mais bien de les placer tout à fait à découvert, à l'air libre et dans les conditions en apparence les plus éloignées de celles que paraît réclamer la faiblesse extrême de certains malades.

Le 19 juin 1871, le général Morin communiquait à l'Académie des Sciences une lettre du général l'Heriller contenant des faits très concluants en faveur de la thèse que nous soutenons ici, sur les puissants effets curatifs de la marche ou de la gestation à l'air libre dans les maladies infectieuses graves et dont voici le résumé :

Le général Félix Douay, poursuivant dans les montagnes d'Urnapam, au Mexique, les libéraux commandées par Uruaga, occupait chaque jour les bivouacs abandonnés quelques heures auparavant par les soldats de l'indépendance. Ceux-ci étaient décimés par le typhus. Des pluies torrentielles empêchant de camper en plein air, force était à nos troupes de se loger dans les réduits qu'ils trouvaient évacués. Un jour, un peloton de chasseurs d'Afrique occupa une masure que venait de quitter l'ennemi. Le lendemain, douze hommes de ce peloton avaient la fièvre, avec tous les signes de l'invasion typhique. Le médecin en chef du corps expéditionnaire, le docteur Houneau, craignant, à juste titre, de laisser en arrière, au milieu d'une population hostile, ces hommes qu'on aurait ainsi exposés à être massacrés, ou tout au moins à manquer des soins et de l'hygiène si nécessaires dans le typhus, se décida, malgré la gravité du cas, à emmener ces malades sur des cacolets. Au départ, ces malades paraissaient si gravement atteints qu'on s'attendait à les voir décéder le jour même, et cette crainte détermina l'aumônier qui suivait la colonne à ne pas les perdre de vue un instant. Au bout de quelques jours, les craintes du docteur Houneau étaient dissipées. Loin d'empirer, l'état des malades s'améliora chaque jour ; on n'en perdit aucun. En arrivant au bivouac, les hommes étaient placés sous de grandes tentes où ils respiraient à pleins poumons un air vif et pur.

En Crimée, dit le même général, en raison de l'énorme quantité de malades pris du typhus, on fut obligé d'en mettre sous les grandes tentes : celles-ci restaient ouvertes presque toujours pour le service ; la neige, la pluie, le froid y pénétraient : les hommes couchaient sur des nattes tout habillés. Malgré ces conditions, en apparence défectueuses, on a perdu beaucoup moins de malades dans les tentes ouvertes que dans les baraques en bois.

En résumé, nous pensons qu'on retirera les plus heureux effets de l'application de la marche à l'air libre dans la plupart des cas d'une épidémie de choléra; nous pensons aussi, que plus l'épidémie sera grave et plus les cas mortels seront à marche rapide, et plus il y aura lieu d'insister sur cette thérapeutique mécanique avant que les forces du malade aient été annihilées. C'est une manière de pratiquer la gymnastique respiratoire chez les malades dont l'hématose ne s'accomplit presque plus. C'est une méthode par laquelle on lutte pour rétablir l'oxygénation du sang par les mouvements musculaires spontanés ou provoqués, comme on

cherche à le faire par les inhalations d'oxygène qui comptent quelques cas heureux à leur actif. Mais le procédé de la marche spontanée ou provoquée est toujours et partout applicable et ses résultats sont très prompts et très complets, puisque, en une heure ou deux, le plus souvent, tout danger est conjuré; tandis que pour les inhalations d'oxygène on a très rarement sous la main tout ce qu'il faut, et on doit les continuer très longtemps.

Les seuls cas de choléra auxquels on ne peut guère songer à appliquer le procédé de la marche forcée, sont les cas dans lesquels le choléra est survenu à la période ultime d'une maladie grave : j'ai vu plusieurs fois, en temps d'épidémie cholérique, dans les hôpitaux militaires d'Afrique, des typhoïdiques, des dysentériques, des phtisiques déjà à une période avancée de leur maladie se cholériser et mourir au bout de quelques heures ; dans ces cas comme dans ceux qui surviennent dans les asiles de vieillards ou chez les aliénés, il n'y a pas à songer à appliquer le procédé de la marche. Mais dans ces cas, du moins, il faut encore conserver une part de la méthode que je préconise, celle qu'on peut appliquer partout. Il faut pratiquer l'aération la plus large de la chambre du malade, l'exposer à l'air le plus vif et le plus frais possible, lui frotter la figure, les mains avec des serviettes mouillées d'eau très fraîche, l'éventer fréquemment. En 1854, j'ai subi moi-même dans la province d'Oran, une attaque de choléra d'une gravité excessive et je me rappelle très bien que tous mes vœux et mes désirs les plus vifs étaient ceux-ci : sentir sur mon visage un courant d'air aussi frais que possible et recevoir dans ma bouche quelques gouttes d'eau fraîche. En 1854, au Sig, on ne songeait pas encore à réclamer de la glace. C'est à peine, si, à cette époque, on en trouvait un peu à Oran en été. Quoi qu'il en soit, dans cette attaque de choléra, d'une violence excessive, je fus absolument dépourvu de soins médicaux, car j'étais le seul médecin de la localité ; tout mon traitement se borna à des frictions très énergiques que me pratiquait très souvent un infirmier qui me gardait, et à une ventilation très active autour de moi. Cette dernière partie de mon traitement était demandée par mes instincts de malade purement et simplement; je n'avais pas eu encore le temps ni l'occasion de songer à une médication antiasphyxique proprement dite et de raisonner sur ce sujet.

Je peux trouver dans ma pratique personnelle des faits conduisant absolument aux mêmes conclusions que ceux signalés pages 7 et 8; en voici un qui ne manque pas d'intérêt.

Dans l'hiver de 1876 à 1877, en novembre, décembre et janvier, nous eûmes dans la garnison d'Oran, à la suite de l'arrivée des recrues, une forte épidémie de fièvres typhoïdes avec une grande mortalité. Indépendamment des mesures que je crus devoir proposer à l'autorité dirigeante

pour disséminer les troupes, aérer les casernes, améliorer les ordinaires. etc., etc., je cherchai dans mes salles de l'hôpital d'Oran à varier mes médications pour arriver à une mortalité plus faible; mais, sur ce dernier point, je n'obtins pas de résultats appréciables et les typhoïdiques continuèrent à fournir de nombreux décès. Je résolus alors d'augmenter, dans toute la mesure du possible, la ventilation de mes salles. Celles-ci étaient pourtant déjà bien ventilées; à l'hôpital d'Oran, en effet, il est très facile de ventiler les salles et celles que j'occupais spécialement, les salles n° 5 et n° 9, sont parfaites sous le rapport de l'aération. Néanmoins, on y fermait, comme toujours, les fenêtres la nuit, en laissant tout au plus une fenêtre ouverte à chaque bout, mais avec les persiennes fermées. Je fis alors un grand pas de plus en avant et j'ordonnai de laisser toutes mes croisées ouvertes toute là nuit. Quand il y avait un peu de tempête, on fermait seulement les persiennes, laissant les vitres ouvertes, mais quand la nuit était calme, ce qui est très fréquent en Algérie, on ouvrait vitres et persiennes.

Les croisées n'étaient refermées que le matin pour le balayage ; dans le jour, on fermait les persiennes du côté du soleil pour ne pas être incommodé par le soleil et la chaleur et ne pas donner d'insolation aux malades. Chaque soir, j'avais le plaisir de constater qu'il faisait aussi frais dans mes salles que sur la place de la République, qui s'étend sous l'hôpital, au bord de la mer; je pourrais même dire qu'il y faisait aussi froid, car, bien souvent, la température de la nuit se rapproche de zéro, l'hiver, en Algérie. Le résultat de cette mesure fut immédiat, la mortalité s'arrêta tout de suite; tous les nouveaux cas eurent une issue heureuse.

M. TROLARD

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

DES DIFFÉRENTS TRAITEMENTS DE LA DIPHTÉRIE

— Séance du 2 avril 1888 —

Il ne se passe guère de jours que les journaux de médecine ne publient un nouveau remède ou une nouvelle méthode de traitement contre la diphtérie. Il en est ainsi depuis longtemps ; et si l'on voulait compiler les traitements et les méthodes découverts depuis cinquante ans, un gros volume ne suffirait pas.

Comment expliquer ces hauts et ces bas de traitements vantés et acclamés pendant quelque temps, puis tombant ensuite dans l'oubli ?

Il n'est cependant pas contestable que les médecins qui ont préconisé ces méthodes et ont, chaque fois, apporté des chiffres à l'appui, étaient de bonne foi et avaient bien vu. D'où vient alors l'insuccès définitif ?

Aussitôt qu'une nouvelle médication est recommandée dans nos journaux, nous nous empressons d'y avoir recours. Pour peu que nous ayons deux ou trois revers, nous classons la nouvelle invention ; et, à la première occasion, nous la critiquons avec d'autant plus de sévérité que notre nouvelle déception en est à une édition plus avancée. Pour peu que l'auteur rencontre, lui aussi, quelques insuccès, sa conviction, ébranlée par la critique, finit par se laisser entamer ; et, du spécifique, il n'est plus question au bout de quelques jours.

Pour expliquer les succès de l'auteur on a dit que les résultats heureux étaient dus à des séries heureuses. Cette explication, applicable à bien des cas, ne l'est cependant pas à tous. Les praticiens qui font appel à la publicité pour divulguer et répandre une découverte d'aussi grande importance, ne sont pas tous ni légers au point de ne pas tenir compte du caractère des séries, ni inexpérimentés au point de ne pas savoir faire ces distinctions.

A notre avis, cette divergence dans les résultats et dans les appréciations tient à une autre cause : elle tient à ce que les inventeurs de méthodes n'ont pas fait entrer l'âge de leurs sujets en ligne de compte.

Nos auteurs classiques ont établi, depuis longtemps, que, toutes choses égales d'ailleurs, la maladie est d'autant plus grave que le sujet est plus jeune. A l'aide des statistiques publiées par Archambault dans le *Dictionnaire de Dechambre*, nous avons essayé d'établir cette gradation de la nocuité de la maladie. En faisant bloc des deux statistiques de Sainte-Eugénie et de l'Hôpital des Enfants malades et portant sur 4,249 enfants, nous sommes arrivé au résultat suivant :

De 2 à 3 ans,	la proportion	des guérisons	est de	13,2	pour 100 morts.
3 à 4	»	»	»	27,2	»
4 à 5	»	»	»	35,5	»
5 à 6	»	»	»	48,1	»
6 et au-dessus		»	»	51,5	»

Il est remarquable qu'au-dessus de 3 ans la proportion des guérisons dépasse de plus du double celle pour la période de 2 à 3 ans. Elle augmente ensuite sensiblement d'année en année pour atteindre 51,5 au-dessus de 6 ans.

Dans ces conditions, n'est-il pas très probable que les médications auront d'autant plus de chances de réussir qu'elles s'adresseront à des malades plus âgés?

C'est pour n'avoir pas fournicette donnée — l'âge des malades — que les statistiques ont été tour à tour brillantes ou désastreuses. Les désastreuses ne sont ordinairement pas publiées ; on se borne à faire connaître que l'on n'a rencontré que des insuccès. Les brillantes, elles, sont publiées mais sans indication d'âge. Dans les rares relevés où cette donnée existait nous avons constaté, pour notre part, qu'à de très rares exceptions près. les guérisons appartenaient à des sujets au-dessus de 3 ans.

Notre conclusion est qu'à l'avenir les praticiens, en publiant leurs cas heureux ou malheureux, n'oublient pas de mentionner l'âge de leurs malades. Ce n'est pas dans le but d'avoir une statistique plus complète que nous faisons cette proposition : c'est parce que nous avons la conviction qu'en attendant la découverte de spécifiques, on arrivera à des médications rationnelles, avec leurs indications, bien déterminées.

On ne verra plus alors les praticiens, découragés par quelques cas malheureux, rejeter pour tous les cas un traitement qui aura donné d'excellents résultats entre les mains d'autres praticiens. Il y a très certainement aujourd'hui des médications tombées dans l'oubli ou peu employées, qui rendraient de très grands services, si on en précisait les indications, au lieu d'en préconiser l'emploi systématique comme cela s'est fait au début pour chacune d'elles.

M. Auguste VOISIN

Médecin de la Salpêtrière, à Paris.

TRAITEMENT DES MALADIES MENTALES ET NERVEUSES PAR LA SUGGESTION HYPNOTIQUE

— Séance du 3 avril 1888 —

J'ai continué, depuis l'année dernière, mes études sur le traitement des maladies mentales et nerveuses par la suggestion hypnotique ; je me suis toujours attaché à rester sur le terrain solide de la clinique et de l'observation, et j'ai eu la satisfaction de faire encore servir cette méthode à la curabilité de ces affections si résistantes aux médications connues.

En voici quelques exemples parmi les malades que j'ai le plus récemment traités :

Dipsomanie datant de plus de dix ans. — État mélancolique.
(Guérison par la suggestion hypnotique.)

Une nommée Fa..., âgée de trente et un ans, est entrée dans mon service, à la Salpêtrière, en janvier 1888, pour de la dipsomanie. Son grand-père paternel

et son père sont morts de tubercules pulmonaires. Cette femme est sujette, depuis sa jeunesse, à de l'inappétence et à une soif exagérée qu'elle satisfait, depuis une dizaine d'années, avec de l'eau, du vin et de l'eau-de-vie; elle boit jusqu'à cinq à six verres d'eau de suite. Depuis son mariage, il y a dix ou onze ans, elle s'enivre fréquemment; depuis trois ans, l'ivresse est suivie de délire et d'actes incohérents.

Cette femme n'est réglée depuis sa formation que par l'anus; le sang paraît tous les quinze jours à tous les mois. La quantité de sang perdu est de près de deux grands verres et l'écoulement dure cinq à six jours.

Elle a eu, à plusieurs reprises, des attaques convulsives caractérisées par la perte complète de connaissance, la chute à terre, de l'écume buccale, de la raideur générale suivie de secousses cloniques.

Elle n'a jamais eu d'enfant; elle n'a jamais fait de fausse couche.

État à son entrée :

Physionomie sombre. Intelligence suffisante. Elle ne parle pas; il faut lui arracher ses réponses.

Rien de particulier dans la vue, l'ouïe, l'odorat et le goût.

Douleurs, épigastrique, précordiale, sus et sous-mammaires et iliaque, gauches.

Pas d'anesthésie.

Étouffements fréquents avec sensation d'une boule post-sternale. Vomissements le matin.

Son mari est en instance pour obtenir le divorce à cause de ses habitudes alcooliques.

Elle se refuse à avouer qu'elle buvait.

J'ai commencé mes tentatives d'hypnotisme le 31 janvier 1888, et j'ai réussi, dès la première fois, au moyen de l'application de la main gauche sur le front et de passes devant les yeux avec la main droite.

Les premières suggestions ont porté sur la docilité à se laisser endormir d'autres fois et à me dire le lendemain ce qu'elle buvait pour s'enivrer. Le lendemain elle est venue me dire qu'elle buvait de l'eau-de-vie.

Le 4 février, hypnotisme. Suggestion de ne plus avoir soif et de ne rien boire autre que de l'eau rougie aux repas.

Le 6, hypnotisme. Suggestion d'avoir dorénavant la physionomie enjouée, et de me dire qu'elle n'a plus soif et qu'elle n'aime plus boire.

Le 18, sa physionomie n'est plus sombre, elle sourit en me voyant et elle me dit d'elle-même qu'elle n'a plus soif et qu'elle n'aime plus boire.

Je lui ai fait deux autres fois des suggestions semblables; elle m'a manifesté d'une façon évidente son dégoût des excès alcooliques.

Le 20 mars, sa physionomie exprime la satisfaction, et elle me remercie de l'avoir guérie.

Folie lypémaniaque. — Idées de suicide. — Hallucinations. (Guérison par la suggestion hypnotique.)

La nommée Bi..., âgée de trente et un ans, est entrée dans mon service le 25 décembre 1887. Pas d'hérédité morbide. Elle a toujours eu une santé délicate depuis une fièvre typhoïde qu'elle a eue à l'âge de sept ans. Elle est mariée et elle a eu beaucoup de chagrins dans son ménage parce que son mari est joueur, buveur et débauché. Malgré toutes les représentations qu'elle lui a faites, il continue à mener cette conduite. Il se livre à des violences sur elle quand il

est ivre. Ces scènes ont provoqué chez elle, depuis six ans, des attaques de nerfs. La dernière a eu lieu dans le milieu de décembre et elle a été suivie d'hallucinations et de délire qui n'ont pas cessé depuis. Elle croit voir depuis ce temps des gens qui la regardent méchamment et qui veulent l'empoisonner. Il y a deux nuits, elle criait à l'assassin par la fenêtre. Le lendemain, elle a été désordonnée, elle pleurait, demandait pardon, elle montrait le portrait de son mari à tous les habitants de la maison.

A son entrée, sa physionomie était profondément triste; il était impossible d'obtenir d'elle une réponse, et on ne pouvait l'approcher sans provoquer sa frayeur. Elle avait des hallucinations de la vue terrifiantes. Les pupilles sont égales; les oreilles bien faites, mais le front est asymétrique (la région frontale gauche est déprimée). Les médius, annulaires et petits doigts sont aplatis, et leur extrémité est aussi large que le reste du doigt. Aux deux pieds, le quatrième orteil est aussi long que le gros.

Il existe une douleur sus-mammaire et iliaque gauche très nette à une pression modérée. Diminution de la sensibilité aux piqûres du membre supérieur gauche et des deux sclérotiques. Insomnie complète.

Traitement : bromure de potassium, 2 grammes; bains de Barèges.

Le 11 mars, l'état mental est resté le même; mais, de plus, il s'est compliqué de l'idée de suicide. Son mari est venu plusieurs fois la voir et ses visites paraissent lui être très pénibles, d'autant plus que deux fois il est arrivé ivre. J'essaie, le 11 mars, le traitement par l'hypnotisme. Le sommeil n'est pas obtenu complet. J'essaie de nouveau le 15 et je réussis. Je lui suggère de ne plus avoir d'hallucinations, ni d'idées de suicide et d'empoisonnement, de ne plus pleurer, d'avoir avec moi la physionomie souriante, de bien dormir chaque nuit et de se laisser endormir par moi lorsque je viendrai m'occuper d'elle.

Le 16, sa physionomie est souriante à mon approche; elle n'a pas pleuré depuis la veille et elle a bien dormi.

Le 18, je réitère le même traitement et les mêmes suggestions.

Le 26, l'habitus extérieur de cette femme est absolument différent de ce qu'il était avant ce traitement. L'état lypémaniaque, les idées de suicide ont absolument disparu, ainsi que les hallucinations et les craintes d'être empoisonnée.

Elle a très bien accueilli son mari qui lui a promis devant moi de bien se conduire dorénavant.

J'ai fait disparaître par suggestion les troubles de la sensibilité indiqués plus haut.

Folie lypémaniaque avec agitation. — Impulsions violentes. Fugues. — Mobilité incessante.
(Guérison par la suggestion hypnotique.)

La nommée Du..., âgée de trente-cinq ans, est entrée, le 15 janvier 1888, dans mon service, à la Salpêtrière, dans un état de lypémanie avec agitation. Elle a été dès son entrée de très mauvaise humeur, elle se refusait à se coucher, elle criait toutes les nuits, et si on voulait la faire taire, elle se débattait, elle résistait et elle frappait les employées. Elle paraissait atteinte d'hallucinations de l'ouïe, et un jour elle a été surprise au moment où elle allait franchir un mur d'enceinte du service. C'est une jeune femme blonde, bien constituée, ayant les pupilles égales, ne présentant pas d'ataxie de la langue ni des lèvres. Pendant que nous l'examinons, elle ne cesse de marcher et de remuer. La parole est

nette. Elle nous dit qu'elle a des rages, qu'elle a un besoin de frapper ses compagnes, qu'il lui est impossible de rester tranquille, par conséquent de travailler à n'importe quoi.

Il existe une douleur intercostale dans la région sus-mammaire gauche, une douleur dans la région dorsale gauche, au niveau des deuxième, troisième et quatrième vertèbres.

De plus, il existe de la diminution de la sensibilité aux piqûres au membre supérieur gauche. Elle éprouve, en outre, de la constriction à la gorge.

Le 28 février, l'état restant le même, j'essaie le traitement par l'hypnotisme. Elle résiste autant que possible à l'application de deux de mes doigts sur ses paupières, et il faut l'aide de trois personnes pour la tenir. Puis le sommeil est obtenu assez rapidement. Je lui suggère de se déshabiller et de monter dans son lit ; elle le fait ; mais à peine avait-elle commencé à prendre la position du sommeil qu'elle descend du lit, se réhabille (elle le fait n'étant pas évidemment tout à fait réveillée), mais au bout de cinq minutes le réveil est à peu près complet. Je profite de ce moment pour appliquer de nouveau mes doigts sur ses paupières et de lui suggérer de se déshabiller et de dormir jusqu'au lendemain matin sept heures, sans se lever autrement que pour satisfaire ses besoins. Je lui suggère, en outre, d'aller dorénavant travailler à l'atelier et d'y rester tranquille. Les suggestions ont réussi, elle ne s'est levée le lendemain qu'à sept heures, et depuis elle a été travailler à l'atelier.

Je lui ai fait les jours suivants d'autres suggestions, ainsi par exemple :

1° Celle de gagner à la couture 2 francs au minimum par semaine, au lieu de 65 centimes qu'elle a gagnés la première semaine où elle a commencé à travailler;

2° De participer au bal qui doit être donné dans le service et de mettre le costume qui lui sera présenté ;

3° De ne plus entendre de voix, de ne plus éprouver de douleurs intercostales et de sentir les piqûres au membre supérieur gauche ;

4° De ne plus avoir ce qu'elle appelle des rages, d'être douce avec ses compagnes et avec les employées et de dormir la nuit.

Toutes ces suggestions ont réussi et aujourd'hui, 29 mars, elle peut être considérée comme guérie. Sa physionomie est avenante, son caractère est aimable ; elle ne se dispute plus et elle travaille toute la journée. Elle me dit qu'elle est maintenant *sûre d'elle*, qu'elle n'a plus de rages ni de peur de faire mal, qu'elle se sent plus lucide, et que si elle a encore quelques moments d'excitation elle peut rester calme. Elle me remercie de l'avoir guérie.

Elle vient de gagner dans une semaine 3 fr. 65 c. (les meilleures travailleuses gagnent 4 fr. 50 c.).

Le sommeil est calme; il dure neuf heures.

Nervosisme chronique datant de huit ans; hypocondrie. Paraplégie nerveuse commençante. (Guérison par la suggestion hypnotique.)

Mme H..., âgée de trente-six ans, est venue me consulter pour de la faiblesse des membres inférieurs, de la difficulté de la marche et des douleurs du tronc et des membres. Elle souffre depuis huit ans d'une affection de l'utérus causée par une couche et elle a été traitée sans succès dans le service de chirurgie de la Maison municipale de santé.

Les douleurs se sont étendues, depuis quatre ans, aux membres inférieurs et surtout au droit qui est le siège d'un engourdissement continu.

Je constate de l'anesthésie absolue dans la moitié antérieure de la cuisse; lorsqu'elle marche elle boîte légèrement et notamment elle trébuche en tournant.

Les douleurs de tout le corps sont si vives par instants que l'on note une trémulation générale et des soubresauts.

Ces douleurs sont principalement intenses avant et pendant la menstruation.

Il existe un état hypocondriaque accentué, Mme H... est convaincue qu'elle est atteinte d'une maladie de la moelle épinière. Diminution de la sensibilité réflexe de la sclérotique gauche. Pas de diminution du champ visuel, pas d'astigmatisme, quelques phosphènes noirs. Douleurs sous et sus-mammaires et iliaque gauches très vives à la pression.

Le 13 février. — Le sommeil hypnotique est facilement obtenu. État de léthargie. Je lui suggère de ne plus avoir de douleurs thoracique et iliaque et d'être convaincue qu'elle n'a pas de maladie de la moelle épinière. A son réveil, obtenu par suggestion, Mme H... n'a plus de douleur sus-mammaire gauche, mais la douleur sous-mammaire persiste.

Le 18 février. — La malade éprouve encore de l'engourdissement du membre inférieur gauche et la douleur sous-mammaire dont elle se plaignait. Le sommeil est obtenu en une demi-minute. Je lui suggère qu'elle n'aura plus de douleur sous le sein gauche, qu'elle peut être sûre de n'avoir pas de maladie de la moelle épinière, comme elle le croyait et qu'elle guérirait sûrement.

Le 22 février. — Mme H... éprouve toujours un peu de douleur dans la région iliaque gauche et à la région dorsale. L'engourdissement n'existe plus que dans la partie antérieure de la cuisse au tiers moyen. Je l'endors et je lui suggère de ne plus avoir d'engourdissement dans la cuisse et d'y sentir la piqûre que je lui fais pendant son sommeil. La malade manifeste qu'elle sent la douleur en déplaçant les jambes.

Autres suggestions :

A partir du moment où elle se réveillera, elle n'aura plus de douleur dans les parties gauches du ventre et le long de la colonne vertébrale. Je lui frotte fortement ces deux régions en lui disant qu'elle ne souffre plus. Elle ne manifeste aucune douleur. Je lui dis de revenir le dimanche matin.

Elle est revenue ce jour-là. — Elle me demande, avant d'être endormie, si elle n'aurait pas une maladie du sang.

Je l'hypnotise et lui dis de ne pas croire qu'elle a une maladie du sang. Je constate qu'elle est sensible à la piqûre de l'épingle dans la partie de la cuisse droite qui était insensible avant les séances antérieures.

Le 27 février. — Elle accuse encore un peu d'engourdissement dans la partie moyenne et postérieure du membre inférieur droit. Il existe de l'anesthésie sur quelques points de cette partie. Elle se plaint de quelques douleurs dans le membre inférieur gauche.

Je l'hypnotise de nouveau et lui suggère de continuer de se bien porter, de ne plus avoir de douleurs dans le membre inférieur gauche ni d'engourdissement dans le droit et d'être sensible aux piqûres que j'y ferais.

Le 25 mars. — Mme H... est revenue me voir; elle va bien, elle n'a plus d'anesthésie. La marche est normale. Il reste encore un peu de douleur sous-mammaire gauche. Il n'existe plus d'idée hypocondriaque. Je l'hypnotise et lui suggère de ne plus avoir de douleur sous-mammaire et de continuer de se bien porter.

J'ai pensé qu'il serait utile d'employer le sommeil hypnotique pendant

toute la durée de l'époque cataméniale chez des aliénées qui sont agitées, turbulentes et violentes durant cette période.

Les deux observations suivantes m'ont paru intéressantes à cet égard :

La première malade chez laquelle je l'ai essayé est une nommée Lan..., âgée de vingt ans, qui est entrée dans mon service, à la Salpêtrière, il y a un an, dans un état d'agitation indescriptible. Elle était d'une violence extrême, elle se roulait à terre, déchirait ses vêtements et elle se refusait à tout travail. Cette agitation augmentait encore pendant ses règles et il était nécessaire alors de lui mettre la camisole. Elle avait sans cesse, pendant cette période, l'injure à la bouche; elle se servait d'expressions grossières, ordurières, même, et elle se livrait à des actes obscènes. Je la soumis au traitement par l'hypnotisme, il y a quatre mois. Je l'endormis au commencement de ses règles et je lui ordonnai de dormir pendant six à sept jours; de rester couchée, de ne se lever que pour satisfaire ses besoins, pour faire sa toilette et de manger ce qu'on lui présenterait.

Les suggestions réussissent à chaque époque; elle dort six à sept jours; elle se lève et va aux W.-C. lorsqu'elle en a besoin; le matin, elle va au lavabo faire sa toilette et pendant ces allées et venues, elle tient les yeux presque absolument clos et elle ne parle à personne.

Depuis quatre mois je la fais dormir pendant tout le temps des périodes menstruelles et je suis arrivé à remplacer l'agitation cataméniale par une habitude de calme qui me paraît influencer son état pendant le reste du mois, si j'en juge par la différence de sa conduite et de ses façons d'être pendant les trois semaines qui se sont écoulées entre les dernières époques cataméniales.

La deuxième femme, nommée Gén..., âgée de dix-neuf ans, est entrée dans mon service, à la Salpêtrière, il y a un an. Cette malade était agitée, remuante, turbulente même en tout temps, mais aux époques menstruelles l'agitation s'accompagnait d'actes désordonnés tels qu'il était nécessaire de lui mettre la camisole pendant cette période. Sous l'influence des règles, elle se roulait à terre, relevait ses jupes et proférait des paroles lascives et éhontées. Elle était absolument érotomane.

Il y a quatre mois, j'essayai de l'hypnotisme pour calmer cette jeune fille. Je l'endormis au commencement de l'écoulement menstruel et je lui suggérai de dormir pendant cinq à six jours, de rester couchée, de ne se lever que pour ses besoins et pour faire sa toilette et de manger ce qu'on lui présenterait.

Les suggestions ont réussi et depuis quatre mois que je la fais dormir pendant tout le temps des époques menstruelles, je suis arrivé à remplacer l'agitation cataméniale par une habitude de calme qui me paraît exercer une influence très satisfaisante sur son état pendant le reste du mois.

Fistule recto-vésicale datant de six ans. — Ischurie et fréquents besoins d'uriner. *(Guérison de ces deux symptômes par la suggestion hypnotique.)*

J'ai été consulté, le 15 décembre 1887, pour M[lle] Ab..., âgée de vingt-cinq ans, atteinte d'ischurie, causée par une fistule recto-vésicale. Cet état remonte à l'année 1882. Il a été déterminé par l'emploi du forceps. Il en est résulté une inflammation suppurée du petit bassin qui a amené cette lésion; depuis cette époque, les matières fécales et les gaz intestinaux passent par la vessie et déterminent des envies très fréquentes d'uriner (une à deux fois par heure) et des

douleurs très intenses ressemblant à celles causées par une brûlure. La menstruation est restée régulière

Aussi Mme A... n'a pas pu sortir de chez elle depuis cette époque et le sommeil en a été très diminué. Elle en est arrivée à une grande faiblesse, à de l'inappétence et par suite, à un éréthisme nerveux et à une irritabilité excessive du caractère.

Mme A... a consulté plusieurs médecins, mais rien n'a pu la soulager.

Son mari et elle se sont demandé si le traitement par l'hypnotisme ne pourrait pas la guérir, et ils m'ont appelé pour cette raison. Je ne vous cacherai pas que leur demande m'a paru extraordinaire et que je leur ai dit, tout d'abord, que je ne croyais pas pouvoir rien faire contre cet état morbide.

A ma première visite, je constate que Mme A... est très pâle, que ses joues sont flasques et qu'elle est très impressionnable. J'assiste à une crise vésicale douloureuse et véritablement intense qui est suivie d'une expulsion d'urine dans laquelle je vois des matières fécales liquides qui se précipitent au fond du vase. A une autre visite, je sonde la vessie et j'en retire de l'urine qui renferme des matières fécales jaunes et également liquides. L'examen au spéculum ne permet pas d'apercevoir la lésion, mais, par le toucher, je sens une bride et une tuméfaction dure au-dessus du cul-de-sac antérieur vaginal et sur le bord gauche de l'utérus.

Le 22 novembre, j'essaie d'hypnotiser Mme A..., mais je ne réussis qu'après une seconde séance, le 24. Elle est mise dans un état mixte de léthargie et de catalepsie. Elle présente en cet état une surexcitabilité considérable de la peau et il est impossible de souffler sur un point de son corps, sur ses cheveux, de donner une chiquenaude sans provoquer une trépidation générale et des soubresauts de tout le corps. Rien de semblable n'est produit à l'état de veille. Je lui suggère, dès la première fois, de souffrir moins en urinant. J'ai réitéré cette suggestion pendant quatre séances à trois ou quatre jours d'intervalle. Le 8 décembre 1887, après trois séances, la douleur vésicale a cessé absolument; mais le nombre des mictions est encore le même. A quinze jours d'intervalle, je l'hypnotise deux fois et je lui suggère chaque fois de ne plus uriner que cinq fois par jour et deux à trois fois la nuit.

Le 4 janvier, son mari m'apprend que les douleurs vésicales ont cessé, qu'elle ne se lève que trois fois la nuit, qu'elle n'a pas uriné plus de cinq fois par jour et qu'elle a pu ainsi sortir plusieurs fois.

Le 11 février, l'amélioration a continué et le mari me dit que les matières fécales et les gaz passent moins souvent par la vessie et par le vagin. Il m'ajoute qu'elle a eu la diarrhée pendant une semaine, il y a quinze jours et qu'aucunes fèces n'a passé par la vessie.

Le 20 mars, il n'est passé de fèces par la vessie que pendant quelques jours de la semaine dernière, à la suite d'une très grande colère causée par son mari; malgré cela les douleurs vésicales ne se sont pas reproduites.

Je l'hypnotise ce jour-là, et je répète les mêmes suggestions antérieures et, en outre, de ne plus se mettre en colère et de supporter les ennuis.

En résumé, il est intéressant de constater que la suggestion hypnotique a pu influencer la sensibilité vésicale, la miction, profondément troublées par le passage des fèces dans la vessie, et a diminué le passage des fèces dans la vessie.

Voici enfin une observation d'un jeune onaniste que j'ai pu guérir récemment.

Onanisme chez un garçon de neuf ans. (Guérison par la suggestion hypnotique.)

Le 25 novembre 1887, se présentait à ma consultation externe de la Salpêtrière un garçon nommé Georges M..., âgé de neuf ans, amené par sa mère, à cause des habitudes d'onanisme auxquelles il s'adonnait depuis trois ans et demi.

Dans les antécédents héréditaires, nous relevons que la grand'mère paternelle a des crises épileptiformes, que le père et la mère sont très nerveux. La mère a même eu une attaque d'hystérie franche à la suite d'une contrariété. Enfin, une cousine germaine paternelle, âgée actuellement de douze ans, se livre aussi à l'onanisme.

Notre malade a eu, à quinze mois, la cholérine; à trois ans et demi, la rougeole; à cinq ans, la variole; à sept ans il a rendu cinq ou six ascarides. Depuis, les différents vermifuges n'ont produit aucun effet. Son développement s'est fait normalement; il marchait à treize mois et parlait à dix-huit. A sept ans et demi, il savait lire et écrire. A l'école, il passait pour être très intelligent, mais paresseux et menteur.

Il se présente à nous avec une physionomie intelligente; ses traits sont réguliers, mais le facies est très pâle, alangui, et les paupières inférieures sont bordées de noir.

Il est maigre. Nous ne constatons aucune malconformation, ni congénitale, ni acquise.

Notons la dilatation des pupilles qui, jointe à la pâleur excessive et à la maigreur de la face, donne un cachet de consomption à cette physionomie enfantine.

L'examen de la sensibilité générale, de même que celui des différents sens spéciaux, ne nous a fourni aucune particularité à noter; les fonctions digestives sont normales.

Au cœur, nous avons trouvé un souffle doux au premier temps avec maximum à la base. L'enfant dit avoir quelquefois des palpitations. Les poumons sont sains.

Les habitudes d'onanisme datent, comme nous l'avons dit plus haut, de trois ans et demi. Or, à cette époque l'enfant était envoyé à une école où il se trouvait au milieu de camarades plus âgés que lui et qui s'adonnaient en sa présence à cette dangereuse habitude. L'imitation nous paraît avoir joué, dans ce cas, le rôle étiologique principal. Les parents, désolés de surprendre souvent leur enfant se toucher son « histoire » (c'est ainsi que notre petit client appelle son organe génital externe), cherchèrent à le corriger; mais malgré les reproches et les coups, il continuait.

Nous avons examiné les organes génitaux de l'enfant : le volume et la longueur de la verge ne sont pas au-dessus de la normale; seulement le gland et le prépuce sont rouges, hyperémiés.

26 novembre 1887. — Après m'être assuré que l'enfant était hypnotisable, j'ai chargé M. Roubinowitch, externe du service, de le traiter par la suggestion hypnotique.

L'enfant, couché sur un lit, est endormi par la fixation du regard dans l'espace de deux minutes.

Pendant le sommeil, l'anesthésie est complète : ni les piqûres, ni les pincements ne provoquent de mouvements. On obtient facilement des phénomènes cataleptoïdes. Aux questions qu'on lui pose, il ne répond pas. Pendant le som-

meil on lui fait exécuter une série d'actes : descendre du lit, marcher dans la salle, écrire, remonter dans le lit, etc...; il exécute tout ponctuellement. Lorsque nous fûmes ainsi convaincu que notre sujet était en état de suggestibilité hypnotique, nous lui avons suggéré de ne jamais toucher son « histoire », de ne jamais se coucher sur le ventre et de rester dans l'état où nous l'avons mis jusqu'à ce qu'on lui touchât l'oreille gauche.

Au réveil, nous constatons une amnésie absolue, relativement à tout ce qui s'est passé pendant le sommeil.

Nous avons recommandé à la mère une surveillance active et nous l'avons priée de nous ramener cet enfant dans trois jours.

29 novembre. — L'enfant n'a pas été surpris à nouveau. Nous l'hypnotisons et le sommeil est obtenu encore plus vite que la fois précédente. Nous répétons nos suggestions relatives à l'onanisme.

Depuis ce jour, la mère nous a amené l'enfant toutes les semaines. La surveillance établie d'après nos recommandations expresses a été très active dans la journée et dans la nuit et à aucun moment l'enfant n'a plus été surpris.

Examinant sa verge le 22 décembre, nous avons pu constater la disparition complète de la rougeur du gland et du prépuce.

Nous avons vu l'enfant le 15 et le 19 du mois de mars 1888 et la mère nous a affirmé qu'il a complètement abandonné ses habitudes vicieuses.

Du reste, sa physionomie n'est plus fatiguée, ni alanguie, ses paupières ne sont plus cernées et son corps reprend de la force.

En résumé, ces observations, jointes à celles que j'ai communiquées précédemment aux Congrès de l'Association me paraissent montrer le parti que l'on peut tirer de cette méthode thérapeutique.

On m'a dit, à propos de mes observations de guérison d'aliénées par la suggestion hypnotique, que toutes ces malades étaient hystériques; mais en supposant que cela fût exact, la guérison de cette forme de folie ne serait-elle pas un grand progrès? Les asiles ne renferment-ils pas une grande quantité d'aliénées hystériques, qui, faute d'un traitement approprié, sont devenues incurables, et ces hystériques ne sont-elles pas souvent tombées dans l'incohérence, la démence; n'en voit-on pas fréquemment qui inspirent le dégoût et la pitié par leurs tendances à boire et à voler, par leurs calomnies, leurs mensonges, leurs roueries, leur méchanceté; par leur saleté, par leur sensualité, par leurs actes obscènes et érotiques, par leur gloutonnerie qui les porte à se satisfaire par les moyens les plus sales et les plus dégoûtants; enfin, ne sont-elles pas ordinairement dangereuses par leurs hallucinations et par leurs impulsions violentes?

J'affirme que la guérison des aliénées hystériques par la suggestion hypnotique suffirait largement à établir l'utilité et les bienfaits d'un traitement qui arrête l'évolution de cette névrose redoutable.

M. R. DUZÉA

Chef de Clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Lyon.

DE LA CONSERVATION DU PÉRIOSTE CALCANÉEN DANS LES AMPUTATIONS DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DE LA JAMBE

— Séance du 3 avril 1888 —

Il y a de nombreuses années déjà, à l'époque où mon vénéré maître, M. le Prof. Ollier, poursuivait ses recherches si remarquables sur les propriétés du périoste et sur les nombreuses et si utiles applications qui en découlaient, un point l'avait déjà frappé : c'était la facilité avec laquelle se régénérait le calcanéum, quand on avait eu la précaution de conserver sa loge périostique entière. Aussi, eut-il l'idée de conserver cette loge si fertile, si apte à refaire de l'os dans toutes les opérations où le pied devait être sacrifié, et où l'on s'efforçait, pour diminuer le moins possible la longueur de la jambe, de conserver une partie du calcanéum lui-même, qui venait doublement renforcer le grand lambeau talonnier plantaire.

Mais tous les procédés, que nous ne faisons qu'indiquer, bien entendu, de Roux, de Lépine, de Pirogoff, etc., etc., présentaient un inconvénient énorme, c'était celui de laisser dans le lambeau une partie d'un os très souvent envahi, infiltré dans sa totalité ou partiellement par des produits tuberculeux, de laisser souvent, sans le savoir, un tubercule central ou sous-chondrique dans ce fragment adhérent au tendon d'Achille, presque toujours enfin un os graisseux, friable, peu résistant et, par conséquent, peu apte à servir de base de sustentation au poids de tout le corps.

Il n'en est plus de même avec un os régénéré ; le périoste d'un os envahi par la tuberculose est le plus souvent sain, et, dans tous les cas, la preuve n'est plus à faire, l'os qu'il reproduit est sain, solide, résistant, et peut être modelé au gré du chirurgien et suivant les besoins du sujet.

Voici, Messieurs, en quels termes peut se poser et se résoudre le problème: Obtenir à l'extrémité inférieure du tibia, l'adaptation d'un nouvel os qui augmente la longueur de l'axe du membre et lui fournisse en même temps, un point d'appui, une base de sustentation large et solide.

Ce problème est résolu de la façon la plus simple et la plus pratique par la conservation méthodique et intégrale de tout le périoste qui entoure le calcanéum, et cela dans toutes les amputations de l'extrémité inférieure

de la jambe, depuis la désarticulation sous-astragalienne jusqu'à l'amputation du tibia dans tout le tiers inférieur de cet os.

Malgré ses avantages si importants, ce procédé, ou plutôt ce perfectionnement de procédés, est peu connu et partant, je crois, peu employé par les chirurgiens. M. Ollier, qui l'a toujours mis en pratique, n'en a jamais fait l'objet d'une publication spéciale, et, à part les quelques lignes et une ou deux observations à l'appui, qu'un de ses élèves, M. Masson, a consacrées à ce sujet, dans sa thèse de Montpellier (1868), sur les *amputations à lambeau périostique*, vous ne trouverez aucun autre détail dans la science à ce sujet.

Relativement aux lignes d'incisions, rien de bien spécial ; il s'agit tout simplement de conserver un grand lambeau talonnier plantaire. Incision demi-circulaire en avant du cou-de-pied et allant de la pointe d'une malléole à l'autre. En bas, des mêmes points, incision en sous-pied un peu oblique, d'arrière en avant.

Ces incisions peuvent être un peu modifiées suivant les cas, selon le degré d'intégrité ou de lésions ulcératives ou traumatiques des téguments.

Mais le point capital de l'opération consiste en ceci : les parties molles incisées jusqu'aux os ; au lieu de les détacher du squelette sous-jacent, squelette calcanéen, au bistouri, sectionnant en dédolant contre l'os, il faut immédiatement quitter le bistouri pour prendre la *rugine détache-tendon* ; décoller peu à peu méthodiquement tout le périoste qui entoure le calcanéum. Si le pied est encore adhérent au calcanéum, il servira de soutien pendant que la rugine appuiera contre l'os ; si le pied a été désarticulé, ou que le tarse se soit brisé, comme cela arrive fréquemment dans les cas de carie tuberculeuse généralisée, on saisira le calcanéum ou ce qu'il en reste entre les dents d'un solide davier-érigne, et l'on terminera l'opération.

Ne croyez pas, Messieurs, que cette désarticulation rende l'opération plus longue, plus difficile ; il n'en est rien, la dénudation sous-périostique du calcanéum est extrêmement simple et plus facile même que la décortication simplement parostale, surtout dans les ostéo-arthrites où le périoste est épaissi par l'inflammation réactive.

Le pied complètement enlevé ainsi que l'astragale, il ne reste plus qu'à décoller au détache-tendon le périoste de l'extrémité inférieure du tibia et du péroné jusqu'au niveau exact où l'on voudra faire porter le trait de scie, immédiatement au-dessus des malléoles si le tibia ne présente pas de lésions.

La dénudation complète du calcanéum, pratiquée comme nous venons de l'indiquer, donne une loge, un large et profond godet tapissé sur toute sa paroi par une couche périostique saine, solide et ininterrompue. S'il reste quelques fongosités, on les enlève à la curette ou au thermo-cautère.

L'hémorragie est presque toujours insignifiante; deux ou trois artérioles à lier, et c'est tout. Et c'est ici, Messieurs, un des principaux avantages de cette méthode sous-périostée, c'est de ne rien sacrifier, ni un nerf, ni surtout une artère, la tibiale postérieure qu'on coupe presque à coup sûr dans le dégagement du tarse par les autres procédés. En décortiquant l'os, l'instrument tranchant, la rugine, reste constamment au dessous de l'artère entre elle et l'os, et jamais elle n'est atteinte; jamais M. Ollier n'en a enregistré la blessure dans les opérations déjà nombreuses qu'il a pratiquées en suivant ce procédé. Vous comprenez quelle est l'énorme importance de cette sécurité certaine, au point de vue de la vitalité ultérieure du lambeau, qui est presque exclusivement nourri par ce vaisseau.

Donc, premier avantage certain, constant: *sécurité certaine et constante de la vitalité du lambeau.* Il en est de même pour le nerf collatéral de cette artère dont la conservation met à l'abri des troubles paralytiques et trophiques consécutifs. De plus, cette doublure périostique, en n'ouvrant pas les espaces cellulaires intermusculaires, met à l'abri des fusées à distance. Elle forme une poche où tous les liquides peuvent se collecter facilement.

Mais, direz-vous, c'est par contre s'exposer à la stase, à la stagnation de ces liquides purulents ou autres et, par suite, à leur résorption.

Il n'en est rien, Messieurs, car, vous le comprenez, rien n'est plus facile que d'éviter ce danger par une simple incision cruciale à la partie la plus déclive, dans le fond de la loge, et par le placement d'un drain de calibre suffisant pour en assurer l'écoulement libre et constant.

Cette incision de décharge peut servir également ou être accompagnée d'une autre précaution qu'il ne faudra jamais négliger, c'est la section du tendon d'Achille, pour [éviter le tiraillement du lambeau plantaire et sa traction en arrière par les contractures du triceps sural.

A ce moment de l'opération, il ne reste plus qu'à suturer les deux lambeaux en les rapprochant aussi exactement que possible, en corrigeant aux ciseaux, s'il est nécessaire, les surfaces d'affrontement. C'est à la suture métallique qu'il faut accorder la préférence, car les points de suture devant rester en place un certain temps, le catgut serait trop tôt résorbé. En voici la raison :

Pour éviter le rebroussement du lambeau en arrière, il ne suffit pas seulement de sectionner le tendon d'Achille, il faut encore suturer les tendons des muscles extenseurs du pied sur la jambe, dont les tendons font saillie à l'extrémité inférieure du lambeau antérieur; il faut, dis-je, suturer ces tendons à l'aponévrose plantaire du lambeau talonnier. Il n'est pas besoin pour cela d'un plan spécial de sutures, les mêmes fils métalliques qui traversent les téguments réunissent tendons et aponévrose. La

réunion de ces parties tendineuses et fibreuses exige un temps assez long; voilà pourquoi il faut préférer la suture métallique.

Dans ces conditions, jamais le lambeau plantaire n'aura de la tendance à être décollé d'abord, puis tiraillé en arrière par les contractures du triceps, ce qui aurait un énorme inconvénient pour la marche et la cicatrisation immédiate du moignon. La réunion des tendons et aponévroses en avant se fait toujours, et, dans tous les cas que nous avons pu observer, elle se manifestait par des mouvements très nets que les opérés pouvaient imprimer volontairement à leur moignon par les contractures des muscles antérieurs de la jambe.

En raison du suintement abondant qui s'opère souvent, le drainage doit être très soigné et multiplié. Ajoutons encore, à propos des sutures, qu'elles ne doivent pas être trop serrées ni trop nombreuses, cinq ou six points suffisent toujours ; il faut toujours laisser libres les angles externe et interne de la plaie. Le drainage comprendra trois drains perforants d'un demi-centimètre de diamètre, un vertical médian et deux obliques pénétrant, l'un par l'angle interne, l'autre par l'angle externe, tous les trois ressortant par l'incision de décharge talonnière. Au besoin, on ajoutera un ou deux petits drains debout complémentaires, entre les points de suture. Pansement à l'iodoforme, gaze iodoformée et phéniquée, puis par-dessus ouate phéniquée en couches épaisses, le tout fixé par une demi-gouttière plâtrée, recourbée en bas et en avant pour bien soutenir le moignon pendant tout le temps de la cicatrisation, de la consolidation et néoformation osseuse.

Grâce à ce pansement et au drainage, on est complètement à l'abri de toute complication par rétention. Chez deux malades opérées dernièrement par M. Ollier, et chez lesquelles nous avions nous-mêmes établi rigoureusement le drainage indiqué précédemment, la guérison a été effectuée en un mois, avec deux ou trois pansements seulement, et sans que la température se soit élevée au-dessus de 38°. Ces pansements ne seront renouvelés que pour diminuer progressivement le calibre et le nombre des drains qu'on supprimera dès qu'on n'aura plus à craindre la moindre rétention. Si quelques fongosités pullulaient de nouveau, le drainage permettrait de les détruire par des injections modificatives : créosote, teinture d'iode ou liqueur de Villate.

Mais, au moment où la cicatrisation extérieure est terminée, il ne faut pas permettre de suite la marche, il faut encore un certain temps, variable suivant les sujets, pour achever la reconstitution du nouvel os qui viendra allonger et renforcer l'extrémité inférieure du tibia avec lequel il est intimement soudé. Pour cela, on remplacera le pansement par une botte silicatée avec laquelle le malade pourra commencer à marcher au bout de quelque temps. Il faut, en moyenne, huit mois com-

plets pour que le malade puisse marcher couramment et définitivement, soit directement sur son talon, soit au moyen d'un pied artificiel dont l'adaptation est de beaucoup facilitée.

La formation d'un nouvel os renforçant l'extrémité tibiale et doublant le lambeau talonnier n'est pas imaginaire, M. Ollier l'a constatée chez tous ses opérés qu'il a pu revoir au bout d'un certain temps ; chez deux malades opérés depuis peu de temps, nous avons pu nous-mêmes constater l'existence d'une masse ostéo-fibreuse, remplissant la loge calcanéenne et déjà des plus résistantes. Actuellement, l'ossification doit être complète.

Il est inutile, d'ailleurs, d'insister sur la réalité de cette régénération qui a été maintes fois prouvée et constatée après l'ablation sous-périostée du calcanéum. M. Ollier avait dans son service, ces jours derniers, un jeune homme auquel il avait enlevé l'astragale et le calcanéum l'année dernière, et qui présentait un calcanéum de nouvelle formation, tellement beau et complet qu'il était impossible à l'examen du pied de dire si le calcanéum avait été réellement enlevé autrefois. Ces faits sont trop connus pour qu'il me soit nécessaire d'insister sur eux.

Quant à la marche, elle est rendue extrêmement facile, par le peu de raccourcissement du membre d'une part, et par la solidité de la base de sustentation et du moignon. Ces opérés peuvent, sans fatigue, fournir des courses très longues et très pénibles.

La récidive (1) est beaucoup moins fréquente que dans les opérations où l'on conserve un fragment du calcanéum, nous en avons expliqué la raison ; très souvent, s'il ne survient pas d'autres localisations de la tuberculose, la guérison peut être définitive.

M. Ollier a revu dernièrement un malade qu'il avait opéré il y a plus de vingt ans, et qui, depuis ce moment, s'est admirablement porté, se servant de sa jambe pour de longues marches, et pouvant exécuter tous les pénibles travaux de la campagne.

En présence de ces faits, nous pouvons donc, Messieurs, vous proposer les conclusions suivantes qui sont l'expression de la pratique et de l'enseignement de notre maître M. Ollier :

Dans toutes les amputations portant sur l'extrémité inférieure de la jambe, où l'on sera autorisé à conserver le grand lambeau talonnier postéro-inférieur, c'est-à-dire dans presque tous les cas, hormis ceux de tumeurs néoplasiques, malignes, où il faut couper beaucoup plus haut et certains cas traumatiques où les téguments manquent, il y a un intérêt

(1) Il est bien entendu que nous nous occupons presque exclusivement ici des amputations pratiquées pour ostéo-arthrites fongueuses, c'est-à-dire tuberculeuses, et non des lésions néoplasiques : sarcome, carcinome, etc. Autant l'examen des faits anciens, des malades opérés il y a plusieurs années déjà élargit le champ des opérations conservatrices dans le premier cas, autant au contraire il montre qu'il faut opérer largement et radicalement dans les cas de tumeurs malignes.

de premier ordre à enlever complètement le calcanéum, mais à conserver avec le plus grand soin toute la loge tégumento-périostique calcanéenne.

Cette opération est simple, elle exige à peine un peu plus de temps mais pas plus de difficultés que la simple décortication parostale.

Les précautions qui doivent l'accompagner sont :

1° La contre-ouverture ou incision de décharge à la partie la plus déclive de la loge ;

2° La section du tendon d'Achille ;

3° La suture des tendons extenseurs à l'aponévrose plantaire (ces deux derniers temps pour éviter le renversement du moignon en arrière) ;

4° Une attelle plâtrée postérieure contentive, recourbée en carène en avant, pour empêcher la chute du moignon dans les premiers temps qui suivent l'opération.

Enfin, les *avantages* précieux de cette méthode, prouvés par de nombreux faits cliniques (1), sont les suivants :

1° Cette opération est beaucoup plus simple (2) et expose moins à la récidive que celle où l'on conserve une partie du calcanéum dans les cas de lésions tuberculeuses ;

2° Elle met à l'abri des hémorragies graves, respectant toujours l'artère principale, la tibiale postérieure, fatalement coupée dans les autres procédés ;

3° En assurant l'intégrité des vaisseaux et des nerfs, elle met complètement le lambeau à l'abri de la mortification et le moignon à l'abri des troubles trophiques, accidents souvent signalés dans les procédés anciens ;

4° Enfin, les résultats ultérieurs et éloignés sont constamment excellents. Ce procédé donne le minimum de raccourcissement du membre.

Un moignon entièrement solide, doublé d'un pilon osseux formé par l'élargissement et l'épaississement de l'extrémité inférieure du tibia, en raison de la soudure à cet os, d'une masse osseuse de nouvelle formation, reproduite par la loge périostique calcanéenne.

Un moignon très régulier, à téguments un peu mobilisables par les muscles extenseurs, point important pour le fonctionnement d'un appareil orthopédique de perfectionnement.

Tels sont, Messieurs, les avantages de cette méthode, de cet important perfectionnement, qui nous ont paru dignes d'être soumis à votre appré-

(1) Nous nous proposons de publier dans un second travail sur cette question si originale et si peu connue encore malgré ses avantages, les faits cliniques déjà nombreux et presque tous inédits que possède M. le professeur Ollier, dont quelques-uns remontent à plus de quinze ou vingt ans et dont *l'état actuel* anatomique et fonctionnel peut être constaté, permettant ainsi de juger définitivement la valeur d'une opération que beaucoup ignorent encore.

(2) Depuis l'antisepsie elle n'est pas plus grave que la simple amputation de la jambe. Il ne faut d'ailleurs pas être absolu et cette dernière sera toujours réservée si l'état local ou l'état général du sujet l'exigeaient.

ciation, d'autant plus que je ne suis guère ici qu'un interprète ayant pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de vous exposer un point presque complètement inédit de la doctrine et de la longue pratique de mon illustre maître, c'est-à-dire non des propositions ou des théories, mais des résultats cliniques nombreux et définitivement confirmés.

M. JAUSSAN

A Béziers.

CONSEILS AUX VITICULTEURS PHYLLOXÉRÉS

— *Séance du 30 mars 1888* —

En 1876, la moitié du département de l'Hérault était détruit par le phylloxera ; l'arrondissement de Béziers était considéré comme indemne.

J'appris qu'à deux kilomètres de chez moi, il y avait une vigne que l'on *croyait* attaquée; je m'y rendis et je constatai plusieurs taches avec souches mortes à leur centre, indice de la présence de l'insecte depuis trois ans au moins; alors qu'on ne faisait que *croire* que l'on se *considérait comme indemnes*.

Je demandai au propriétaire l'autorisation de faire quelques essais, il y consentit et je traitai 3,000 souches environ.

Je traitai par bandes de dix lignes, laissant entre chacune trois lignes sans traiter comme témoins.

De novembre à mai 1877, je fis deux traitements. Dans les nombreuses fouilles que je fis, je ne pus trouver de phylloxeras vivants sur les parties traitées, alors que les autres en étaient couvertes.

Émerveillé de ce résultat, je convoquai, au mois de juillet, plusieurs de mes amis pour le leur faire constater et apprécier s'il était assez probant pour le divulguer et lui donner le plus de publicité possible.

Quel ne fut pas, je dirai mon désespoir, en trouvant les lots traités tout aussi couverts de phylloxeras que les témoins.

C'était une illusion, caressée avec bonheur, qui tombait.

Les lots traités avaient néanmoins conservé leur couleur verte. Le restant de la vigne, en dehors de la partie traitée qui avait été très belle jusqu'à cette époque, commença à jaunir; au mois de septembre, elle était perdue, Le propriétaire se décida à tout arracher.

Le hasard m'amena sur les lieux pendant l'arrachage, et combien fut

agréable ma surprise en voyant les souches traitées des lots déjà arrachés ayant émis de nombreuses radicelles de 0m,30 à 0m,50 de longueur, lisses, saines, alors que les souches témoins n'en avaient aucune. La charpente d'un squelette.

L'espoir revint en mon âme et je priai le propriétaire de me laisser ce qui restait debout, 600 souches environ.

Je les traitai en 1877 ; la vigne s'améliora considérablement, on put même faire quelques provins.

Dans ce champ d'expérience se trouvait un des témoins de la première année, qui, par conséquent, ne fut traité qu'une année plus tard, et était sensiblement plus faible que ses voisins traités deux fois.

J'insiste sur cette observation.

Aujourd'hui, après douze ans, cette vigne est en pleine santé.

Dès 1877, ma conviction fut donc formée, et je me tins prêt à toutes les éventualités. Elles ne se firent pas attendre.

Pendant l'été de 1877, je remarquai chez moi quelques points jaunissants; en éveil comme j'étais, je fis faire des fouilles qui, soit inexpérience, soit tout autre motif, ne me firent pas trouver l'insecte. J'attribuai ce fait à la sécheresse, au sous-sol argileux, à des eaux stagnantes, etc., etc., mais à la chute des feuilles, j'observai que sur les points jaunis pendant l'été, elles tombaient plutôt que partout ailleurs ; je fis des recherches et au premier coup de pioche je me trouvai en présence de l'ennemi.

Mon parti était pris d'avance. Je traitai en 1878. J'étais d'ailleurs bien armé ; les travaux si remarquables que, d'après l'initiative de M. Talabot, la Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée avait fait exécuter sous la direction de MM. Marion, Catta, Gastine, de la Molère, m'avaient tracé pas à pas ce que j'avais à faire. C'est là que j'ai puisé toutes les indications nécessaires. C'est auprès des auteurs dont la bienveillance a été pour moi inépuisable, que j'ai trouvé les guides, les conseillers les plus éclairés.

Ce sont ces travaux qui doivent être le *vade mecum* des vignerons phylloxérés.

Ma terre, composée de 100 hectares, dont 80 en vignes, affecte la forme d'un rectangle. Un des petits côtés sur une longueur de 800 mètres, longe une route départementale. C'est le long de cette route que se manifestèrent les premiers foyers au nombre de trois à peu près également espacés et dans la direction de l'est à l'ouest.

Le premier vers l'est était sur une vigne d'un hectare. J'en traitai le quart environ ; au mois de juillet toute la vigne était envahie, la tache était limitée.

Le second foyer se déclara sur une vigne d'un hectare. Je traitai toute la vigne ; elle fut très belle; la tache seule resta faible, chétive, mais verte.

Le troisième foyer fut sur une vigne de quatre hectares ; dans un coin,

22 souches. Je traitai un hectare; au mois de mai le jaunissement se produisait en dehors du traitement; en septembre tout était jaune.

Ces trois vignes sont aujourd'hui en pleine production.

Pendant l'été de 1878, des taches apparentes se manifestèrent hors du rayon de ces trois vignes. Je les traitai au fur et à mesure avec une large zone de précaution; au mois de septembre cette zone était franchie, des taches surgissaient à plus d'un kilomètre; en 1879, l'envahissement était général.

Bien que presque au début j'eusse acquis la conviction qu'il fallait traiter une vigne en entier, quelque petite que fût la tache apparente, j'hésitai à le faire.

Dans une de celles qui se manifestèrent en mai 1878 dans le voisinage de la deuxième de 1877, je crus être très énergique en prolongeant le traitement 150 mètres au delà; au mois d'août elle était bien loin.

Mon chef de chantier, à qui je faisais remarquer ce fait, me répondit à ce propos : si monsieur avait voulu tout traiter j'aurais pensé qu'il en était bien le maître, mais que c'était de l'argent jeté à l'eau. Nous nous étions trompés tous deux.

Le même fait s'est reproduit partout et toujours.

J'insiste longuement sur ces détails, car la clé de la situation est là.

Dès la première heure pourtant, ces vérités nous étaient signalées et, malheureusement, elles ne trouvèrent pas de créance auprès des intéressés.

Le Dr Fatio, de Genève, disait dans un style imagé: « Il faut non seulement éteindre l'incendie, mais encore les étincelles disséminées au loin qui couvent sous la cendre et sont destinées à le propager. »

M. Alliès, de Marseille, le créateur de la méthode de l'emploi du sulfure de carbone à petites doses, propriétaire comme nous tous, m'écrivait en 1876: « Il faut être attentif à l'arrivée ou à la présence du puceron et le combattre par de petites doses répétées de sulfure de carbone. Alors, l'effort est facile, peu coûteux et vous n'éprouverez pas de diminution sensible dans la récolte; mais s'il séjourne impunément un an ou deux sur les racines, la pourriture aura commencé à se produire et il faudra beaucoup de temps, de dépenses pour réparer le mal qui a été fait. »

Ce sont ces vérités, que tout est venu confirmer, qui, aujourd'hui, chez nous courent les rues, qui permettent d'affirmer:

Qu'en pays, sous le coup d'invasion phylloxérique, alors même que les premiers foyers connus sont à de grandes distances, il faut renoncer à toute explication, quelque séduisante ou logique qu'elle paraisse, de tout fait anormal qui se passe dans le vignoble; il faut être en éveil, car probablement c'est l'ennemi;

Que, quand le phylloxera a fait son apparition, quelque légers que soient les symptômes par lesquels il manifeste sa présence; quelque pessimiste

que l'on soit ; quelque exagération que l'on croie mettre à la gravité du mal, on est toujours au-dessous de la réalité ;

Que, quelque prompte que soit la résolution prise et exécutée, on traite toujours plusieurs années trop tard.

Axiomes que l'on peut condenser dans cette formule :

Vigilance, énergie, patience.

Patience sans limites, quand la vigilance est en défaut.

Le second de ces facteurs ne fait pas défaut aux vaillants pionniers pour lesquels vous m'avez fait l'honneur de me demander ces quelques lignes. Aussi, je l'espère bien, le succès couronnera leurs efforts.

Il faut donc, au moindre symptôme, traiter en entier toute sa vigne, tout son vignoble, empiéter même chez le voisin s'il le faut, prendre en un mot, les grands devants.

Je sais, par expérience, combien on a peu d'espoir d'être écouté quand on dit à un vigneron qui *croit* avoir le phylloxera : traitez de suite, et tout. Il ne s'y résoudra jamais, quitte plus tard à le regretter.

Un propriétaire d'un département voisin vint, il y a quelques années, me demander mon avis. Le traitement complet aurait coûté 5,000 francs. Il bondit à ce chiffre. Je lui demandai comme concession de ne faire qu'un demi-traitement. C'est de l'argent perdu, lui dis-je, si vous n'avez pas le phylloxera, mais si c'est le contraire, ce qui est probable, puisque vos voisins l'ont, l'invasion chez vous sera entravée dans une certaine mesure et l'année prochaine vos vignes auront assez de vigueur pour répondre au traitement complet que vous leur donnerez.

Ma concession ne fut pas accordée ; à l'été, son vignoble était pleinement envahi et si violemment sur certains points (le mal datait donc de longtemps), que l'entrepreneur qui fut appelé pour examiner les vignes et faire le traitement, en considéra quelques-unes comme irrémédiablement perdues.

Il n'y a donc pas à hésiter.

Les hésitations ont fait autant et peut-être plus de mal que le phylloxera lui-même.

Nos vignerons le savent bien à présent quand ils disent : que de vignes nous aurions encore si nous avions su ; peut-être diraient-ils mieux, *si nous avions voulu croire.*

Il ne faut pas hésiter pour sauver un bien aussi précieux que la vigne, un bien dont on ne connaît réellement la valeur que quand on l'a perdu.

Donc, traiter de très bonne heure, aller pour ainsi dire de la circonférence au centre, voilà le salut, c'est ce que l'on a appelé : *les traitements culturaux.*

Ici, j'ai le très grand regret de me trouver en contradiction avec le système dit d'*Extinction*, employé jusqu'ici par l'administration.

Devant les énormes sacrifices que l'État s'est imposé pour résoudre au

bénéfice des viticulteurs cette question si vitale, toute critique peut paraître déplacée.

J'ai trop vu de près les hommes chargés de ce soin, leurs efforts constants, leurs études pour qu'un pareil sentiment ait pu entrer dans mon esprit.

Les circonstances particulières dans lesquelles l'invasion s'est produite en Algérie, les imposaient d'ailleurs. Mais aujourd'hui, ces circonstances se sont modifiées ; alors que dès le début, comptant sur les solutions de continuité qui séparent les divers vignobles, on pouvait espérer comme en Suisse, retarder de quelques années l'invasion générale, l'insecte dont le climat brûlant a dû rendre la pullulation immense, incessante, a franchi les limites qu'on voulait lui imposer. De nouveaux foyers se déclarant partout, l'administration, quels que soient son zèle, sa bonne volonté, ne peut suffire à la tâche.

L'initiative individuelle ou collective doit, dès ce moment, seconder l'impulsion qui lui a été donnée et s'y substituer même complètement.

Cette situation, ainsi que ce qui restait à faire, a été bien décrite et indiquée dans le rapport que M. l'éminent directeur général de l'agriculture vient de présenter à la Commission supérieure du phylloxera sur l'état phylloxérique en 1887.

J'en détache quelques fragments :

« On ne saurait se dissimuler que, du côté de Philippeville, la situation semble plus grave; les taches sont disséminées un peu partout dans le massif vignoble, et l'on peut craindre que, malgré toute l'énergie déployée, l'insecte n'étende sensiblement ses ravages.

» Le foyer de la Calle semble encore plus important; l'œuvre de la contagion semble bien avancée dans cette région.

. . . .

» Je saisirai cette occasion pour constater que le *législateur avait eu raison de compter sur l'activité des colons pour la défense de leurs propriétés.* J'irai plus loin : j'oserai proclamer que, eu égard aux résultats consignés dans les rapports des syndicats algériens, *il ne semblerait pas téméraire de confier à ces populations courageuses le soin de pourvoir elles-mêmes à toutes les nécessités de la lutte. Si l'Algérie était embrassée par un large réseau de syndicats aidés des subsides de l'État où chacun des intéressés ferait partie du corps d'armée constitué pour la défense, l'avenir serait très probablement assuré et le mal arrêté.* »

En France, dans notre arrondissement surtout, la création, malheureusement tardive, des syndicats subventionnés par l'État a maintenu debout presque toutes les vignes existant encore. Deux ans plutôt, nous aurions probablement tout sauvé.

Pour réussir dans une entreprise, il faut avoir confiance dans les moyens

que l'on a à sa disposition ; connaître les difficultés que l'on aura à surmonter pour la mener à bien.

Le moyen, c'est le sulfure de carbone. Sa puissance vous a été démontrée par les traitements qui ont été déjà faits sous vos yeux.

Avec des doses de 250 à 300 kilos par hectare, en une fois ou mieux en deux fois, comme il résulte des expériences de Paris-Lyon-Méditerranée, et disposant les foyers d'une façon régulière, trois par mètre carré, on détruit à peu près tous les insectes qui se trouvent dans le cube de terre pénétré par les vapeurs.

Il faut éviter de traiter quand le sol est humide, saturé d'eau. Le desideratum peut être exprimé par cette formule : le sol doit être dans un état tel qu'on le désirerait pour exécuter un bon travail de pioche ou de labour.

Dans ces conditions, les sols, même réputés réfractaires à la diffusion des vapeurs sulfocarboniques, tels que les terrains argileux, compacts, se durcissant après les pluies, se fendant par les chaleurs, se laissent aisément pénétrer par elles.

Quant à la difficulté de l'entreprise, il semblerait tout d'abord qu'elle tient essentiellement à l'opération elle-même ; il n'en est rien, elle est bien loin d'être insurmontable. Assurément un surcroît de travail, de préoccupation, de dépense, doit bien entrer en ligne de compte ; nos diverses façons culturales sont bien déjà assez nombreuses pour qu'une de plus ne puisse paraître une gêne, mais on s'y fait vite ; une équipe spéciale fonctionne simultanément avec celle qui exécute les travaux courants et l'exploitation générale n'en éprouve aucun dommage. L'emploi des charrues sulfureuses, qui commence bien à se propager, ne contribue pas peu à nous exonérer des frais de main-d'œuvre qui semblaient devoir être la pierre d'achoppement des traitements insecticides.

Ce qui est réellement la grande difficulté, est la *disposition d'esprit ;* c'est avec intention que dès le début j'ai dit ces deux mots ; c'est la *disposition d'esprit,* dis-je encore, dans laquelle forcément et naturellement on se trouve ; la tendance à laquelle nous avons tous cédé, d'attribuer tout échec, toute amélioration qui ne se produit pas aussi vite que nous le rêvons, au phylloxera et par suite à l'insuffisance des moyens de le combattre.

On a pris une vigne dont les racines sont presque entièrement pourries, qui végète à peine et l'on voudrait, un an après, la voir couverte de pampres luxuriants et de fruits abondants. Admettant l'insecticide par excellence, qui ne laissât pas un seul phylloxera dans le sol, on n'arriverait jamais à ce résultat, on ne ressuscite pas un cadavre.

Presque toujours après un premier traitement, le foyer primitif s'agrandit, de nouveaux foyers apparaissent.

L'étude de la constitution d'une tache phylloxérique en donne bien vite l'explication.

Généralement, au centre sont une ou plusieurs souches mortes ou mourantes. Puis, vient une zone très faible, jaune ; les bourgeons n'ont que quelques feuilles étalées que nos paysans appellent la *cocarde*.

Après, vient une autre zone dont les pousses ont environ la moitié de la longueur normale jaune encore sans vrilles, l'extrémité du bourgeon blanchâtre.

Puis une autre à végétation à peu près ordinaire, mais légèrement pâlie.

Après cela, tout rentre dans l'ordre, la végétation est belle, la fructification abondante ; mais les racines sont couvertes d'insectes ; habituellement la maturité se fait mal.

Si on examine les racines, on trouve celles de la première zone pourries comme celles du centre ; ces souches doivent fatalement succomber en très grande partie.

Celles de la seconde zone sont dans un état de décomposition un peu moins avancé ; il y a encore de l'espoir ; mais les pousses ne s'allongeront pas, elles seront seulement plus vertes.

Dans la troisième zone, les racines petites et moyennes sont fortement atteintes ; les grosses le sont en partie ; il n'existe plus de chevelu, elles resteront aussi stationnaires pour ne pas dire plus faibles.

Le foyer primitif paraîtra donc agrandi, car il empiétera même sur la partie considérée comme intacte ; c'est là, en effet, que l'on rencontre le plus d'insectes ; un certain dommage peut avoir été commis.

Quant aux nouveaux foyers, ce sont les étincelles du Dr Fatio qui, à la période d'incubation de la troisième zone, apparaissent malgré le traitement.

Le traitement a en effet détruit l'insecte, mais n'a pas réparé le mal qui avait été déjà fait.

La manifestation extérieure est toujours la conséquence de l'état intérieur, mais ne peut se produire qu'après. Il faut donc lui en donner le temps ; il faut s'armer de patience.

Un découragement très marqué suit presque toujours le premier traitement. Il faut réagir avec toute son énergie. On constatera d'ailleurs, malgré l'état chétif des pampres, la bonne couleur verte du feuillage ; et une émission de jeunes racines, indice du retour à la santé, qui, rendant à l'arbuste les organes de nutrition qu'il avait perdus par la piqûre empoisonnée de l'insecte, lui permettront, en les utilisant l'année suivante, de recouvrer ses forces épuisées, de vous donner pleine satisfaction, de ranimer votre confiance ébranlée.

Les accidents climatériques jouent aussi un très grand rôle dans l'existence nouvelle qui est faite à la vigne. M. Thiolières de l'Isle, un des combattants de la première heure, qui, au coteau de l'Hermitage, a pu conserver et régénérer son vignoble au milieu du désastre général, m'écrivait, il y a déjà plusieurs années, à propos de quelques faits que je ne m'expliquais pas : « Il faut surtout observer que la vigne, par le fait du phylloxera, est

devenue d'une sensibilité excessive vis-à-vis des intempéries des saisons; c'est là presque toujours qu'il faut rechercher la cause des échecs que l'on craint d'avoir éprouvés. »

Ainsi, lorsque avant le phylloxera, les bourgeons commençaient à se gonfler et qu'il survenait un refroidissement, il se produisait une répercussion de sève; les racines superficielles meurtries, desséchées, ne fonctionnaient plus, mais les grosses racines à l'abri, par leur profondeur, de ce refroidissement fournissaient à la vigne ce qui lui faisait défaut; tout au plus constatait-on un léger retard.

Aujourd'hui il n'en est plus de même; cet appoint manquant et la vigne ne vivant presque plus que par les racines superficielles et de nouvelle formation, un effet d'autant plus fâcheux qu'il est inattendu se produit, on redoute une catastrophe.

Plus tard, sous l'influence de la chaleur, la vigne reprend; et ce qui démontre bien que c'est à ce fait et non au phylloxera qu'il faut attribuer cette crise, c'est que le contre-bourgeon pousse vigoureusement, qu'il est toujours plus long que les yeux maîtres, que des pousses adventices sortent des bras, du tronc et fournissent pour la saison suivante une taille complète.

Il en est de même pour toutes les vicissitudes qui, depuis quelques années, semblent s'être donné le mot pour assaillir le malheureux arbuste; son extrême sensibilité l'y prédispose au delà de tout ce que l'on peut imaginer; il ne faut donc pas se décourager.

D'ailleurs, en observant avec attention, froidement, on constate qu'aucun des signes caractéristiques des effets du phylloxera n'existe; on *trouve très peu* d'insectes; trop peu pour motiver l'affaiblissement remarqué; à la fin de la saison, la vigne est plus belle qu'au commencement; le fruit mûrit bien, le bois s'aoûte parfaitement. L'on renaît à l'espoir jusqu'à ce qu'une nouvelle calamité vienne le briser encore.

J'ai des vignes qui, pendant trois ans, m'ont fait passer par ces émotions; à la quatrième année, elles sont revenues. Si les explications que je me donnais n'avaient pas été vraies, que cet affaiblissement persistant eût été occasionné par le phylloxera et non par autre cause, il y a beau temps qu'elles seraient perdues.

On ne doit se décider à arracher une vigne qu'à la dernière extrémité. On est toujours au regret de l'avoir fait.

En 1884, j'arrachai la moitié d'une vigne, un hectare environ restait. En 1885, elle produisit 23 hectolitres. Je lui donnai une année de répit pour l'arracher à son tour si cette production insignifiante se maintenait. En 1886, elle me donna 86 hectolitres; en 1887, 58 hectolitres. Combien j'en ai arraché, et cette année encore qui, probablement, auraient été dans le même cas.

On peut donc affirmer que l'on peut vivre avec et malgré l'ennemi.

Les conditions financières le permettront-elles? Le bénéfice que doit donner toute exploitation, tout travail, pourra-t-il être réalisé avec ce surcroît de dépense?

En prenant la dose moyenne de sulfure de carbone à employer, soit 250 kilos par hectare, nous avons :

250 kilos sulfure à 38 francs	Fr.	95 »
Main d'œuvre au pal.		60 »
Diverses		5 »
	Fr.	160 »
Si l'on emploie les charrues sulfureuses, la main-d'œuvre n'est plus que de 10 francs par hectare; ce serait donc 40 francs à déduire.		40 »
Soit.	Fr.	120 »

A chacun d'apprécier si sa production, le prix probable de son vin, lui permettront de supporter cet excédent de dépense.

Je ne sais si je serai parvenu à vous inspirer la confiance dont je suis animé.

Depuis dix ans je maintiens mon vignoble, alors que depuis longues années tous mes voisins sont détruits. J'ai arraché quinze hectares environ; j'ai eu des échecs ; en 1881, je fus si éprouvé, qu'un rapport quasi-officiel qualifiait ma situation par ces mots : *à Baboulet le désastre est immense*, et concluait à l'inutilité de la lutte par les insecticides.

Néanmoins, en 1884 et en 1886, j'ai eu des récoltes presque normales ; l'an dernier, j'ai éprouvé une diminution par le fait d'une répercussion de sève et d'une attaque épouvantable d'antrachnose ; mais cette diminution a été exactement dans la même mesure que celle des vignes submergées dans lesquelles pourtant le phylloxera ne peut pas être accusé de jouer un rôle prépondérant.

Si, ce que j'ai tout lieu d'espérer, je me débarrasse de l'antrachnose, qu'aucune gelée ne vienne se mettre à la traverse, j'ai la conviction, les bois de taille sont là pour me l'inspirer, que 1888 sera, si ce n'est plus, égale à ses aînées 1884-1886.

Aussi ne saurais-je trop insister pour vous engager à mettre en œuvre ces qualités qui vous distinguent à un si haut degré : *énergie*, *patience*.

Vous avez toutes les chances pour vous ; et n'en auriez-vous qu'une seule, ne devez-vous pas vous y attacher avec l'énergie du désespoir.

Una salus victis, nullam sperare salutem.

M. BISSET

A Béziers

DE LA DÉFENSE DES VIGNES FRANÇAISES CONTRE LES ATTAQUES DU PHYLLOXERA PAR LES TRAITEMENTS AU SULFURE DE CARBONE

— *Séance du 30 mars 1888* —

Les vapeurs toxiques, produites par l'évaporation du sulfure de carbone, sont seules capables de détruire le phylloxera agame ou phylloxera des racines. En appliquant cette méthode de défense, le viticulteur ne s'attaque pas à l'espèce proprement dite : les résultats qu'il pourra obtenir ne seront pas instantanés ; ils dépendront essentiellement de l'intensité de l'attaque, du plus ou moins de facilité de reproduction de l'insecte, de la régularité et de la bonne direction des opérations pratiques de la sulfuration.

L'invasion commence par le phylloxera ailé; au bout de deux ans un point d'attaque se déclare dans la vigne : la colonie souterraine est fondée. S'il ne survient pas de nouveaux ailés, les ailés descendants des premiers fondateurs n'apparaîtront de nouveau que deux ans après l'invasion, de sorte que si la colonie souterraine s'est établie, par exemple, en 1877, elle sera renforcée en 1879, et ainsi de suite; mais si, en même temps que s'installe notre première tribu, nous avons une nouvelle invasion d'ailés en 1878, à partir de 1880 nous aurons à compter avec une nouvelle colonie.

La facilité plus ou moins grande de reproduction du phylloxera agame dépend essentiellement de la température; pendant l'hiver, le phylloxera sommeille engourdi; le printemps et l'été, il donne un libre cours à sa force de reproduction et à sa puissance de voracité.

Pour que le sulfure de carbone puisse produire ses effets contre lui, il faut que ce liquide se transforme en vapeurs ; car c'est seulement sous cette forme qu'il exerce une action mortelle sur les colonies souterraines qui ne pourront être détruites qu'autant qu'elles les auront respirées pendant un temps suffisamment long.

Dans une cuve en fermentation, il y a dégagement d'acide carbonique; et, pendant toute la durée de ce phénomène, le gaz reste au-dessus de la cuve près du foyer qui le renouvelle sans cesse; la fermentation terminée, la source disparaît, le gaz ne reste plus au-dessus de la cuve : il se répand dans tous les sens, se mélangeant ainsi avec l'air. Pendant la fer-

mentation, c'est-à-dire pendant tout le temps que la source existe, l'atmosphère qui règne au-dessus de la cuve est essentiellement toxique; après la fermentation elle devient de moins en moins délétère et finit par devenir respirable; un violent courant d'air facilite beaucoup cette transformation. Des phénomènes analogues à ceux de la cuve doivent se produire dans la distribution du sulfure de carbone dans le sol, si nous voulons détruire le phylloxera des racines. Mais le sulfure de carbone se trouvera-t-il dans le sol dans des conditions identiques à celles de la fermentation ?

Le mélange des gaz ou vapeurs à travers les corps se fait avec d'autant plus de facilité que ces corps sont plus ou moins poreux, et leur vitesse de pénétration à travers leur cloison de séparation est en raison inverse de la racine carrée de leur densité; donc la vapeur de sulfure, étant beaucoup plus lourde que l'air, se mélangera avec lui avec une vitesse sensiblement moins grande que celle avec laquelle l'air se mélangera avec elle.

Tout liquide pouvant émettre des vapeurs les émet d'autant plus vite que la température est plus élevée et que la surface d'évaporation est plus grande.

En outre, l'air extérieur tend à se mélanger avec les vapeurs sulfo-carboniques du sol ; par l'effet de cette nouvelle force, un certain volume d'air remplacera dans le sol un certain volume de ces vapeurs; et si la communication avec l'air n'est pas complètement supprimée, cette force interviendra d'une manière tellement sensible dans le phénomène, que les vapeurs de sulfure pourraient bien ne rendre toxique l'atmosphère du sol que pendant un temps trop court.

Les magnifiques expériences de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée mettent en évidence l'existence de ces forces, et nous ne pouvons mieux faire, avant d'aborder la question pratique de la sulfuration, que d'analyser à fond les données que nous fournissent les deux courbes de diffusion qui résument d'une manière si complète cette minutieuse et difficile étude.

La première, établie pour une dose de 20 grammes, nous montre que la production des vapeurs augmente très rapidement dès le début; que le maximum de diffusion horizontale, $1^{m},70$, est atteint dès le deuxième jour; que pendant six jours on s'écarte peu de ce maximum, puisque six jours après l'opération on constate encore les vapeurs à $1^{m},30$ et qu'au bout de quinze jours les vapeurs sont encore sensibles dans le sol.

La deuxième, établie pour une dose de 5 grammes, nous montre encore que la production des vapeurs augmente très rapidement dès le début; que le maximum de diffusion horizontale, $0^{m},90$, est atteint dès le deuxième jour; que pendant quatre jours on s'écarte peu de ce maximum, puisque quatre jours après l'opération on constate encore les vapeurs à $0^{m},75$ et qu'au bout de huit jours les vapeurs sont encore sensibles dans le sol.

Enfin ces deux courbes nous permettent de constater que les variations

dans la production et la diffusion des vapeurs sont intimement liées avec les variations de la température, jusqu'à ce que la masse de sulfure déposée dans le trou d'injection soit complètement évaporée.

Puisque avec la dose de 20 grammes les vapeurs sont sensibles pendant six jours à 1^m,30 du point d'injection, et qu'avec la dose de 5 grammes elles sont sensibles pendant quatre jours à 0^m,75, l'évaporation de la masse de sulfure n'est pas instantanée; il y a source, c'est-à-dire renouvellement et conservation des vapeurs pendant un temps relativement long autour d'un même point; la masse de sulfure augmente bien la durée du phénomène, mais elle n'intervient d'une manière réellement sensible que pour rendre l'atmosphère plus toxique, puisque nous avons plus de vapeurs. Elles restent groupées autour du foyer qui les produit pendant tout le temps que prédomine le phénomène de la source; et dès que les lois de la diffusion l'emportent, les vapeurs ne sont plus sensibles qu'à une faible distance du point d'injection. Dès le commencement de l'évaporation, on peut constater que le sulfure se mélange avec l'air extérieur et ne cesse de le faire que lorsque toute la masse est réduite en vapeurs.

Pendant l'été les vapeurs sulfo-carboniques restent peu de temps dans le sol; la température élevée de cette époque joue donc à ce moment le plus grand rôle. En automne, au contraire, elles persistent très longtemps dans le sol: le phénomène de la source est bien plus marqué. Dans un terrain très poreux les lois de la diffusion l'emportent; dans un terrain compact les vapeurs n'ont d'autre issue que les fissures du sol ou le trou d'injection. Pour que les vapeurs de sulfure de carbone puissent produire leurs effets, il est donc indispensable que le terrain soit poreux.

Dans un sol de ce genre, trois forces interviennent : la force due au phénomène de la source qui produit l'effet toxique; la force due aux lois de la diffusion dans le sol qui étend cet effet tout en diminuant son intensité, et la force due au mélange du sulfure avec l'air extérieur à travers la paroi superficielle.

Cette dernière peut être largement combattue en déposant le sulfure à une profondeur suffisante, et en bouchant hermétiquement les trous ou fentes d'injection.

Suivant que le terrain sera plus ou moins poreux, nous devrons laisser prédominer l'une ou l'autre des deux autres : dans un sol compact la force due à la diffusion en multipliant le nombre d'injections et diminuant les doses; dans un sol meuble et léger la force due à la source en augmentant les doses et diminuant le nombre d'injections.

Les expériences de grande culture faites par la Compagnie Paris-Lyon Méditerranée ont vérifié et même complété les données fournies par les premiers essais théoriques; elles nous prouvent que plus on augmente les doses de sulfure par mètre carré, plus grand se trouve l'effet toxique ob-

tenu, mais sans que toutefois les résultats soient en rapport avec les quantités de sulfure déposées par trou d'injection, pourvu qu'on ne reste pas en dessous d'une certaine dose, si on emploie la même masse totale par hectare. Avec des injections de 10 grammes à $0^m,60$ des souches, à raison de 55 grammes par mètre carré, on a pu détruire tous les phylloxeras des racines; avec des injections de 20 grammes à 1 mètre des souches, à raison de 40 grammes par mètre carré, la destruction a été presque complète; donc il est indispensable que le sulfure de carbone soit répandu dans le sol d'une manière uniforme par mètre carré, et que l'espacement des trous d'injection soit inférieur à la distance moyenne de diffusion pour une dose donnée.

Si avant que nos foyers de vapeurs soient éteints, on vient en créer de nouveaux à une distance inférieure à la moitié de la distance moyenne de diffusion, il est évident qu'on renforcera l'effet toxique; c'est la méthode de la réitération qui permet d'obtenir avec des injections variant de 8 à 10 grammes, et 20 à 25 grammes par mètre carré des effets comparables aux effets obtenus avec 40 et 50 grammes par mètre carré, employés dans une simple opération. Les habiles expérimentateurs de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée ont bien mis en évidence l'avantage de cette méthode qui permet de maintenir dans le sol une atmosphère toxique pendant un temps relativement assez long.

Les instruments qui servent à utiliser le sulfure de carbone dans la défense des vignes phylloxérées sont le pal et les charrues sulfureuses : injecteurs à traction ou charrues sulfureuses à libre déversement et écoulement continu.

Supposons d'abord que nous voulions employer le pal pour faire nos traitements; il est bien évident, après l'étude que nous venons de faire, que le nombre de souches à l'hectare n'intervient en rien dans le nombre de trous d'injection : les lignes de souches ne peuvent servir que de points de repère pour la distribution.

C'est ainsi que dans les plantations en carré à $1^m,50$ ou à $1^m,75$, nous placerons nos injections comme il suit : un trou entre les souches, un trou au milieu de l'espace compris entre quatre souches et un trou à égale distance des souches et de ce dernier trou; à $1^m,50$ les trous formeront une série de carrés de $0^m,53$ de côté; à $1^m,75$, de $0^m,62$. Avec de tels espacements nous pourrons faire varier nos doses de 5 à 20 grammes suivant la nature du sol, employant de préférence les doses comprises entre 5 et 10 grammes qui nous permettront d'obtenir des effets très sensibles. Si le sol est trop compact, il sera préférable d'employer la dose de 5 grammes et d'augmenter le nombre des injections; dans un sol friable la dose de 20 grammes par mètre carré en une seule injection sera suffisante pendant l'été. Il sera bon d'ameublir à l'avance les terrains non

poreux par des travaux préliminaires de labour faits quinze ou vingt jours avant la sulfuration ; on pourra opérer avec succès dans ces mêmes terrains soit après les vendanges, soit après les fortes gelées de l'hiver qui produisent cet ameublissement.

Pour appliquer la méthode de la réitération, on donnera d'abord les injections entre les souches et l'injection du milieu de l'espace compris entre quatre souches ; six à sept jours après on donnera les injections à égale distance des souches et du point milieu de l'espace compris entre quatre souches.

La quantité de sulfure employée par hectare sera la même que celle employée dans le traitement simple : de 200 à 300 kilos. Il sera complètement inutile d'employer des masses plus fortes, car on exposerait la vigne à une trop grande fatigue ainsi que l'ont encore prouvé les expériences de Paris-Lyon-Méditerranée.

Dans une plantation en lignes à $2^m,50$, les souches espacées dans les lignes de $1^m,50$, les injections seront distribuées de la manière suivante : un trou au milieu de l'espace $1^m,50$ sur la ligne des souches ; dans l'intervalle $2^m,50$, trois trous à hauteur des souches et trois trous à hauteur de l'injection au milieu de l'intervalle $1^m,50$; enfin un trou au milieu de chacun des rectangles ainsi formés.

La disposition des trous d'injection peut varier à l'infini ; mais il est indispensable que nous ayons au moins deux injections par mètre carré. La réitération devra s'opérer en déposant quatre ou six jours après les nouvelles doses au milieu de l'espace non traité dans la première opération : à 5 grammes, la deuxième opération doit être faite quatre jours après la première ; si on fait ce travail pendant l'été, cet intervalle doit être diminué ; à 10 grammes, la deuxième opération pourra être faite même pendant l'été quatre jours après la première. Toutes ces remarques permettront au viticulteur qui applique le sulfure de carbone, de conduire son travail de manière à obtenir les plus grands effets.

Avec les injecteurs à traction et les charrues sulfureuses à écoulement continu on a donné jusqu'ici dans les traitements une fente de sulfuration pour les intervalles inférieurs à $1^m,20$, deux fentes de sulfuration pour les intervalles de $1^m,30$ à 2 mètres et trois fentes pour les intervalles de 2 mètres à 3 mètres, en employant les mêmes quantités de sulfure qu'avec le pal. Mais ce dernier instrument dépose le sulfure à une profondeur relativement grande, tandis que les sulfureurs à traction animale le déposent à une faible profondeur : $0^m,12$ à $0^m,15$. Le tassement du sol après le dépôt du sulfure doit être fait avec le plus grand soin et exige pour cela des rouleaux compresseurs ou roues tasseuses qui ne remplissent pas toujours cette fonction.

Les traitements de grande culture de ces dernières années nous ont montré qu'il fallait augmenter un peu les masses de sulfure employées par

hectare, et augmenter aussi le nombre des fentes de sulfuration; la dose de 300 kilos par hectare nous paraît suffisante; mais dès que les intervalles dépasseront $1^m,50$, il faudra donner trois fentes de sulfuration; à $1^m,75$ on pourra même en donner quatre.

Dans la pratique, on reproche aux sulfureurs à traction animale ce que notre étude théorique du début a fait pressentir : évaporation trop rapide et séjour beaucoup trop court des vapeurs dans le sol.

Des récentes expériences entreprises dans la Gironde ont prouvé, mais non en grande culture, que le mélange du sulfure de carbone avec l'essence de pétrole dans les proportions de 25 litres d'essence pour 75 litres de sulfure pouvait donner d'assez bons résultats avec ces instruments; dans la pratique on obtient facilement ce mélange en ajoutant 30 litres d'essence de pétrole à 100 kilos de sulfure. Il est bon de faire remarquer que si on doit employer ce mélange, on devra dépenser la même quantité de sulfure par hectare exactement comme si on n'ajoutait pas l'essence de pétrole qui n'intervient que pour ralentir l'évaporation.

Dès 1886, la sulfuration avec la charrue sulfureuse était pratiquée dans le sens des diagonales d'une plantation en carré à $1^m,75$ avec deux fentes dans la propriété Bisset (1); cette même année était inaugurée, à Baboulet, domaine Jaussan, la méthode des traitements mixtes au pal et à la charrue : une fente dans le sens des diagonales et trois injections dans les lignes des souches comptées dans le même sens.

Pendant cette récente campagne nous avons essayé ou nous essayons d'appliquer la méthode de la réitération, soit dans les traitements mixtes à la charrue et au pal, soit dans les traitements à la charrue; à Baboulet, concurremment avec le traitement mixte en diagonale, on emploie la distribution suivante pour les plantations en carré à $1^m,50$ ou à $1^m,75$: deux fentes à égale distance des souches et du milieu de l'interligne; quatre jours après une fente dans le milieu de l'interligne et deux trous d'injection au pal sur la ligne des souches et à $0^m,30$ de chacune d'elles. Dans la propriété Bisset on fait d'abord au pal avec du sulfure pur les injections comprises entre deux souches et l'injection du milieu de quatre souches; six jours après on donne deux fentes à égale distance des souches et du milieu de l'interligne, mais avec le mélange trente litres d'essence de pétrole pour 100 kilos de sulfure; d'autre part, on a traité par la réitération avec le mélange sulfure et essence de pétrole distribué par un injecteur à traction comme il suit : deux fentes à égale distance des souches et du milieu de l'interligne; quatre jours après une fente dans le milieu de l'interligne et une fente dans le milieu de l'autre interligne; dans ce dernier

(1) La propriété Bisset est ainsi désignée parce qu'elle se compose de parcelles disséminées aux alentours de la ville de Béziers.

traitement on emploie 300 kilos de sulfure et l'essence de pétrole en plus.

Nous ne donnons ces modes de distribution du sulfure dans le sol qu'à titre d'exemple et surtout pour montrer combien on doit tenir compte dans la pratique des résultats si bien enregistrés par les belles expériences de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée et des leçons que nous fournit chaque année l'expérience.

Par la manière même dont le phylloxera procède dans son invasion, dès que notre vigne présente un point d'attaque, nous sommes complètement sûrs qu'elle est atteinte depuis deux ans au moins. Quelque prompte que soit alors notre décision, quelque rapide que soit notre exécution dans le traitement, nous arrivons généralement trop tard. Les fortes doses de sulfure qui, en théorie, permettent de détruire tous les phylloxeras des racines, ne sauraient être employées parce que notre arbuste doit pouvoir résister lui aussi à ces vapeurs toxiques ; d'ailleurs, quel que soit le soin que l'on apporte dans les traitements, on n'est jamais certain de détruire tous les insectes agames ; il suffit qu'un seul soit épargné pour que les colonies souterraines ne soient pas éteintes, et les nouveaux essaimages sont là pour renouveler l'espèce ; chaque année il faudra donc recommencer les traitements. Si l'étendue totale d'un département, par exemple, était défendue par le sulfure de carbone à raison de 200 à 250 kilos par hectare, les sulfurations à la haute dose de 400 et 500 kilos trouveraient leur place pour délimiter la frontière. Mais encore dans cette zone d'infection pour le phylloxera, faudrait-il n'opérer que sur des terrains non plantés ou, si on opère dans des terrains couverts de vignes, procéder à la sulfuration en automne et en hiver à l'aide de deux traitements de 200 à 250 kilos.

L'étude biologique du terrible vastatrix nous apprend que c'est par les descendants de l'œuf d'hiver que se régénère sa force de reproduction : jusqu'ici nous ne connaissons que l'eau bouillante et la vapeur d'huile lourde, appliquées par le mélange du savant professeur Balbiani, qui puissent détruire cet œuf d'hiver. Ces procédés de défense qui s'appliquent sur la partie extérieure de l'arbuste, combinés avec les sulfurations annuelles et méthodiques, ont été recommandés par M. Prosper de Lafitte, président du Comité central du Lot-et-Garonne ; ainsi, seulement par cette double attaque aérienne et souterraine, nous pouvons nous attaquer à l'espèce. C'est certainement aux traitements à l'eau bouillante employés dans le Midi contre la pyrale un peu avant l'invasion phylloxérique que nous avons pu retarder cette invasion sur un grand nombre de points.

Quels que soient les soins et les précautions que l'on puisse apporter dans la pratique de la sulfuration, le viticulteur doit bien se pénétrer qu'il n'arrivera jamais à détruire tous les insectes qui rongent les racines de sa vigne; et, par suite, des essaimages réguliers de chaque année, l'année

suivante et les autres s'imposeront les mêmes traitements. Les descendants de l'œuf d'hiver arrivant sur les racines en juillet, on n'a pas hésité, dans certains pays, à sulfurer non seulement en hiver et au printemps une première fois, mais à sulfurer encore en été au moment de la réinvasion estivale. Nous ne croyons pas utile de faire cette sulfuration d'été, car, d'une part, elle sera très difficile dans la pratique par suite du développement de la vigne à cette époque ; elle pourrait aussi lui imposer une grande fatigue au moment d'une phase critique de son évolution physique ; d'autre part, si les traitements d'hiver ont été bien faits, nous devrons avoir très peu d'insectes dans le sol, en été, et, sous l'influence des fumiers, nos souches auront eu le temps d'émettre de nouvelles racines. Les jeunes phylloxeras arrivant vont d'abord donner libre cours à leur force de reproduction ; ils auront peu de temps pour compromettre notre récolte.

Si nous n'avions à compter qu'avec une seule invasion d'ailés, par conséquent qu'avec une seule colonie souterraine, ce ne serait que tous les deux ans que cette colonie serait renouvelée dans le sol et un traitement tous les deux ans pourrait suffire. Mais, le plus souvent, toujours même, avons-nous à faire à des vignes qui ont subi au moins deux invasions d'ailés consécutives. Ce nombre d'invasions aériennes plus ou moins grand suivant les années, produira ses effets sur les rendements obtenus dans les vignes défendues par le sulfure de carbone seul, si bien qu'une bonne récolte ne se présentera guère que tous les deux ans, quelquefois tous les trois et même tous les quatre, et que toujours la production annuelle ne sera pas uniforme, tantôt normale, moyenne, inférieure, et ainsi de suite. Nous ne pouvons laisser passer ces remarques sans signaler la tendance fatale, qui se produit chaque fois que le rendement d'un grand vignoble ainsi défendu baisse dans sa production, à condamner sans réflexion les moyens de défense. La seule et véritable explication qu'on puisse en donner se trouve dans ce qui précède. Le traitement ne donne pas de déception ; au contraire, il étale seulement aux yeux de tous ses défauts, inhérents d'ailleurs à toutes les méthodes. Si, par la destruction de l'œuf d'hiver, combinée avec la sulfuration, on peut arriver à détruire l'espèce dans une vigne, fatalement dès le début des traitements, une année sur deux, la récolte et la végétation seront bien moindres ; et, au bout d'un temps plus ou moins long, quand les colonies souterraines ne pourront plus reprendre de nouvelles forces parthénogénésiques, le traitement contre l'œuf d'hiver suffira seul pour la défendre.

Dans les vignes fortement attaquées il faudra souvent trois années de traitements avant de constater une amélioration sensible de leur état ; la réduction dans la taille, l'enlèvement des bois morts ou peu vivaces

et une bonne fumure azotée faciliteront leur relèvement. Mais si, à la troisième année elles reprennent leur ancienne végétation, il ne faut pas croire qu'elles seront complètement débarrassées de leurs ennemis et que les traitements sont finis. La vigne est bien refaite, mais, pour qu'elle puisse conserver ses nouvelles racines intactes ou les remplacer au fur et à mesure de leur disparition, chaque année nous devons la protéger par une sulfuration faite dans les mêmes conditions que les premières.

Les soins de culture, le renouvellement des fumures les aideront à se maintenir dans cet état satisfaisant et permettront à leur propriétaire d'obtenir encore une assez belle récolte annuelle.

Dans les jeunes plantiers, les traitements s'imposent dès la première année de plantation, qu'ils aient été plantés ou non dans un terrain phylloxéré ; il ne faut jamais craindre de traiter trop tôt. Si on attend que les jeunes souches faiblissent, il sera trop tard pour les sauver (1).

On ne saurait donc apporter trop de persévérance dans la pratique de la sulfuration. Le sulfure de carbone ne peut être appliqué dans la défense des vignes contre le phylloxera qu'à la condition d'être appliqué tous les ans avec le plus grand soin.

Viticulteurs, ne l'oubliez pas !

M. le Dr L. GAUCHER

A Aïn-Témouchent, département d'Oran (Algérie).

CULTURE DES CÉRÉALES

— *Séance du 31 mars 1888* —

La culture des céréales, blés, orge et avoine est celle qui occupe, en Algérie, les surfaces les plus étendues.

Les Européens cultivent les blés durs, les blés tendres, l'orge et l'avoine.

Les indigènes ne cultivent que les blés durs et l'orge. Quelques-uns, cependant, constatant que les blés tendres se vendent toujours plus cher, ont tenté cette culture. Mais, peu à peu, ils y renoncent, parce que les blés

(1) En 1880, un araman planté en boutures dans un sol vierge de vigne, avait, au mois de juillet ses racines couvertes de phylloxeras. (Note de M. L. Jaussan.)

tendres exigent plus de soins, et aussi à cause de certaines difficultés dans la récolte qui gênent les habitudes indigènes.

Les céréales constituant une des ressources les plus sérieuses de la colonie, il est de la plus haute importance, à tous les points de vue, qu'elles puissent toujours se vendre un prix rémunérateur.

Depuis quelques années, la concurrence étrangère a été désastreuse pour les producteurs algériens, excepté en l'année 1887. La taxe de douane de cinq francs par quintal, décidée par la Chambre des députés, a permis aux propriétaires de retirer quelques profits de leurs cultures.

Il nous sera toujours presque impossible de lutter avec l'Australie, l'Amérique, et encore moins l'Inde. Toute la difficulté se trouve dans la très grande différence du prix de la main-d'œuvre. C'est uniquement dans le but d'établir d'une façon indiscutable la vérité de cette situation, et en même temps la nécessité de la continuation de l'application de la taxe de cinq francs que j'ai rédigé cette notice pour la Société.

Avant tout, je dois fixer d'une manière complète le prix de revient du quintal de blé. La dépense pour les autres céréales est sensiblement la même, comme résultat définitif, pour le producteur.

On cultive le blé à peu près partout dans le Tell algérien, mais il est loin de fournir les mêmes résultats sur toute l'étendue de cette zone. Les véritables terres à blé sont celles qui sont argileuses et qui se trouvent situées dans les régions les plus habituellement arrosées par les pluies d'hiver et de printemps. Les rendements les plus élevés n'excèdent pas 25 quintaux à l'hectare, et encore, ne peuvent-ils être obtenus que lorsque la culture est pratiquée avec méthode.

En général, la culture des céréales laisse beaucoup à désirer en Algérie. Le nombre des agriculteurs instruits est des plus restreints ; la majorité des cultivateurs suit les errements de la pratique indigène, à laquelle elle ne fait subir que quelques modifications. D'ailleurs, à cause de la différence profonde du climat entre la France et l'Algérie, l'immigrant a besoin de modifier complètement les procédés suivis dans la métropole.

Toute culture de céréales, pour être faite avec profits, doit être exécutée de la manière suivante :

1re année : En septembre ou octobre : fumure du terrain ;
D'octobre en janvier : labour profond ;
De juin à fin août : deuxième labour.

2me année : D'octobre à janvier, après des pluies suffisantes, troisième labour et semailles.

La dépense des divers travaux se décompose comme suit, pour un hectare de terre :

1° Fumure avec fumier d'écurie consommé.	6 journées de bêtes de trait, logées, nourries et harnachées, à 1 fr. 50 l'une. Fr.	9 »	19 »
	2 journées d'homme à 3 francs. . .	6 »	
	2 journées d'homme à 2 francs. . .	4 »	
2° 1er labour d'hiver. .	3 journées d'homme à 3 francs. . .	9 »	18 »
	6 journées de bêtes à 1 fr. 50. . .	9 »	
3° 2me labour d'été . .	3 journées d'homme à 3 francs. . .	9 »	13 50
	3 journées de bêtes à 1 fr. 50. . .	4 50	
4° Labour et semailles.	3 journées d'homme à 3 francs . . .	9 »	18 »
	6 journées de bêtes à 1 fr. 50. . .	9 »	
5° Semence.	80 kilos blé à 22 francs les 100 kilos.	17 60	17 60
6° Sarclage	5 hommes à 1 franc par jour. . . .	5 »	5 »
7° Coupage.	Prix moyen à forfait	23 »	23 »
8° Charriage et mise en meules.	Prix moyen à 1,500 mètres.	20 »	20 »
9° Dépiquage	Frais de machine à 1 fr. 50 les 100 kilos et autres frais pour un rendement de 20 quintaux. . . .	30 »	30 »
10° Transport au magasin	Transport, mise en place, sacs et ficelle, 0 fr. 60 par 100 kilos . . .	12 »	12 »
	Total. . . . . . Fr.		176 10

Balance des comptes :

Recettes :	20 quintaux blé vendu 22 francs. . . . . . Fr.	440 »	450 »
	Paille	10 »	
Dépenses :	Frais de culture		176 10
	Bénéfice net. . . . . Fr.		273 90

Mais il convient de retrancher de cette somme les intérêts des capitaux restés improductifs, puisqu'ils sont engagés pendant deux années. Dans ce cas, le bénéfice net se résumera comme suit :

1re année :	Intérêts du prix du sol estimé 400 francs à 8 0/0, taux des banques. . . . . Fr.	32 »
	Intérêts des avances	4 12
2e année :	Intérêts du prix du sol.	32 »
	Intérêts des frais et des intérêts de 1re année.	6 92
	Intérêts des avances des neuf premiers mois.	2 23
	Intérêts de trois mois des dernières avances.	1 70
	Fr.	78 97

En retranchant cette somme de 78 fr. 97 de 273 fr. 90, il reste donc comme bénéfice absolument net, celle de 194 fr. 93.

Si ces résultats étaient acquis à la colonie, les cultivateurs seraient assurément trop heureux. Malheureusement, la plus grande majorité commence l'année agricole avec des dettes ; un grand nombre n'a pas assez de terres défrichées pour se livrer à l'agriculture bisannuelle sur sol fumé et reposé.

A ces difficultés il faut ajouter celles encore plus grandes qui proviennent du climat et des fréquentes intempéries. Les brouillards, le sirocco, les grands vents, les insectes nuisibles, les maladies, sont autant d'ennemis tellement redoutables pour les céréales, que les producteurs ne peuvent compter que sur de rares bonnes années. Sur une période de vingt années de culture, qui ne représente en réalité que dix années de récoltes en culture méthodique, l'influence des chances contraires est telle, que le rendement de 20 quintaux à l'hectare se réduit en réalité à 15 quintaux, ce qui fait qu'au lieu de 12 fr. 75 , prix de revient du quintal, il faut absolument admettre le prix de 12 fr. 99 le quintal.

Cependant, malgré un résultat si peu satisfaisant, le propriétaire du sol y trouverait encore son compte s'il travaillait lui-même sa propriété. Il retirerait environ le 9 0/0 du capital d'acquisition de sa terre.

Tout ce que je viens d'exposer explique suffisamment la nécessité de la conservation de la taxe de cinq francs sur les blés. En 1884, les blés se sont vendus à 12 et 14 francs. Inutile, je pense, de dire que les pertes subies par les agriculteurs ont été réellement énormes ; c'est cet abaissement qu'il faut éviter à tout prix.

A côté du maintien de la taxe vient se placer comme autre nécessité l'abaissement du taux de l'intérêt du capital. Il est réellement ruineux, sinon impossible, de pratiquer l'agriculture avec des capitaux à 8 0/0. C'est à cette cause qu'il faut rapporter surtout la crise dont souffre aujourd'hui la colonie tout entière. Après avoir résisté pendant de nombreuses années, l'agriculteur se trouve absolument épuisé, et on peut dire qu'il ne peut plus continuer : sa propriété a passé tout entière entre les mains de ses créanciers.

Les hommes qui traitent les questions agricoles dans leur cabinet, qui sont plutôt théoriciens que praticiens, nous disent que, pour lutter contre la concurrence étrangère, il faut arriver à abaisser le prix de revient des céréales en pratiquant la culture intensive qui augmente le rendement à l'hectare. Mais, en Algérie, c'est impraticable. Notre culture intensive, c'est celle que j'ai indiquée précédemment. Nous ne pouvons, sous peine de ruine rapide, dépasser la dépense de 176 francs par hectare.

La culture des céréales sur une grande échelle est une opération particulièrement dangereuse, en ce sens qu'elle expose à de très grandes pertes qui ne sauraient être compensées par des années exceptionnellement favorables. La main-d'œuvre dans la colonie est généralement chère, peu habile, et trop souvent peu consciencieuse.

Les propriétaires qui ont résisté aux mauvaises années sont ceux qui ont joint aux céréales l'élevage des bestiaux et la vigne.

Les indigènes eux-mêmes, qui connaissent très bien leur pays, fondent généralement peu d'espoir sur les céréales. Ils les cultivent avec le moins

de frais possible et ils récoltent, comme ils disent, ce qu'il plaît à Dieu de leur donner. Les troupeaux sont leurs meilleures ressources.

MM. A. LADUREAU,

Directeur du Laboratoire central agricole

et MOUSSEAUX

Agriculteur, Directeur de l'Union agricole de la Marne.

ÉTUDES SUR LA CULTURE DU BLÉ EN 1887

— *Séance du 31 mars 1888* —

Nous avons entrepris cette année, avec le concours intelligent et dévoué de l'habile agriculteur de Moslins, M. Mousseaux, et sous le contrôle de M. Doutté, le savant et actif professeur d'agriculture de la Marne, une série d'essais divers sur la culture du blé dont nous allons rendre compte.

Dans nos expériences de cette campagne, nous avons eu surtout pour but de rechercher sous quelle forme et dans quelle mesure il était nécessaire d'employer les engrais chimiques pour obtenir le produit net le plus élevé dans les terres médiocres de la Brie champenoise, telles que celles de nos fermes de Rouge-Maison, Moslins, Souriettes, Saint-Quentin, Commercy, formant un ensemble de 660 hectares de terres froides et humides. Nous avons employé sur tous nos carrés d'essais une seule et unique espèce de blé, le Goldendropp, qui nous a donné, dans les années antérieures, des résultats généralement très avantageux.

Nous nous proposons de nous livrer l'année prochaine à une étude comparative d'un certain nombre d'espèces diverses de blé réputées les plus prolifiques, afin de reconnaître ainsi quelle est celle, ou quelles sont celles qui conviennent le mieux à notre sol et à notre climat. Nous publierons en 1888 le résultat de cette nouvelle étude.

Le sol sur lequel nous avons installé notre champ d'expériences est une terre argilo-siliceuse qui avait été chaulée en 1885. Voici, d'après notre analyse, qu'elle était sa composition :

Azote total par kilo de terre sèche	. . . .	0g,840
Acide phosphorique	—	0g,850
Potasse	—	3g,250
Chaux	—	3g,200

Notre but, en publiant ces expériences, étant de mettre en relief l'effet utile de l'emploi des engrais chimiques et de leur adjonction au fumier, nous avons pris comme point de départ et comme terme de comparaison, une parcelle sans aucun engrais, et nous appelons *bénéfice* la différence entre le coût de la fumure et l'augmentation de récolte attribuable à cette fumure. Par exemple : la parcelle 1 sans engrais nous donne un produit total de 277 francs par hectare.

La parcelle 2 qui a reçu du superphosphate seul a rendu 364 fr. 50 Si, de ce chiffre, je déduis les 277 francs que cette parcelle aurait probablement produits comme sa voisine, si elle avait été cultivée sans aucun engrais, la différence est de 87 fr. 50. La fumure au superphosphate ayant coûté 54 francs, nous établissons le *bénéfice* en défalquant cette somme de 54 francs du chiffre représentant l'augmentation de rendement attribuable à l'engrais, soit 87 fr. 50. La différence qui est de 33 fr. 50 représente dans ce cas le bénéfice dû à l'emploi du superphosphate.

Nous insistons à dessein sur cette interprétation du mot bénéfice qui n'est, comme on le voit, que relatif, afin que personne ne s'illusionne sur sa signification, et qu'on ne déduise pas de nos études que l'on peut réaliser, par la culture du blé dans les terres de la Champagne, un bénéfice net qui va de 125 francs à près de 400 francs par hectare. Nous laissons, en effet, complètement de côté cette question du prix de revient du quintal de blé, ne voulant pas avoir de polémique à soutenir avec personne sur le coût des mains-d'œuvre, le prix du loyer et les frais généraux divers dont il faudrait alors tenir compte. Notre étude est, avant tout, une démonstration de l'utilité des engrais chimiques ; nous n'y voulons pas chercher autre chose aujourd'hui. Quelque jour peut-être, nous appliquerons-nous à établir exactement le prix de revient du quintal de froment en Champagne, mais ce sera l'objet d'un autre mémoire.

Notre blé ayant été vendu à un prix uniforme de 21 francs le quintal et notre paille à celui de 5 francs pour le même poids, nous avons établi nos produits partiels en multipliant par ces deux chiffres les poids de blé et de paille exactement pesés sur chaque parcelle.

Nos engrais ont été répandus en partie à l'automne au moment des ensemencements, en partie au printemps en couverture.

On verra que nos rendements sont loin, bien loin, des chiffres élevés obtenus par MM. Dehérain et Porion dans les terres de Wardrecques (Nord) et même bien inférieurs à ceux que le savant professeur de l'École de Grignon a obtenus sur les terres de cette École; mais le lecteur réfléchira que les expériences ont eu lieu dans une terre médiocre de la Champagne, d'une valeur locative de 20 francs l'hectare, terre dans laquelle les cultivateurs qui ont précédé M. Mousseaux, et qui n'em-

ployaient jusque-là que du fumier de ferme, n'obtenaient que des rendements de douze à quinze quintaux au maximum par hectare.

Ceci exposé, voici comment nous avons établi notre champ d'expériences.

Tous nos carrés ont été semés le même jour, le 11 octobre 1886, avec la même quantité de semence par hectare, soit deux hectolitres. Tous ont reçu exactement les mêmes façons et les mêmes soins. Le sol était uniforme et de composition fort homogène dans toute l'étendue du champ d'expériences. Chaque carré avait la contenance de trois ares. Pour la commodité des appréciations, tous les chiffres ont été ramenés à l'hectare, tant ceux des engrais employés que ceux des rendements en paille et en grain.

Carré n° 1. — Ce carré n'a reçu aucun engrais; on y a récolté :

950 kilos de blé à 21 francs le quintal, ou. . .Fr.	199 50
1,550 kilos de paille à 5 francs le quintal, soit. . .	77 50
PRODUIT TOTAL. . Fr.	277 »

C'est ce chiffre de 277 francs que nous prendrons désormais comme point de comparaison.

Carré n° 2. — Voulant voir si l'emploi du superphosphate seul était avantageux dans notre sol qui, nous l'avons vu, ne renferme que 0g,850 d'acide phosphorique par kilo de terre, nous avons mis dans cette parcelle :

600 kilos de superphosphate dosant 15 0/0 d'acide soluble dans le citrate d'ammoniaque, soit 90 kilos d'acide phosphorique par hectare. Vendus au prix de 0 fr. 60 le kilo d'acide phosphorique, ces 600 kilos nous ont coûté 54 francs.

C'est toujours le même qui nous servira dans les expériences suivantes, ceci soit dit une fois pour toutes.

Nous avons récolté :

1,200 kilos de grain, ci . . . . . .Fr.	252 »
2,250 kilos de paille, ci.	112 50
SOIT UN PRODUIT TOTAL DE. . Fr.	364 50

supérieur de 87 fr. 50 à celui de la parcelle 1 sans engrais.

Le superphosphate seul a donc été complètement payé et a produit en outre un bénéfice de 33 fr. 50.

Carré n° 3. — Dans ce champ et dans le suivant, nous avons voulu montrer que l'emploi d'une fumure azotée, ajoutée à l'engrais phosphaté, produisait un bénéfice beaucoup plus élevé que celui-ci mis seul, et nous avons voulu en outre comparer l'action de l'azote nitrique et celle de

l'azote ammoniacal, en employant pour une somme égale de l'un et de l'autre ; le carré 3 a donc reçu la fumure suivante :

A l'automne : 600 kilos superphosphate . . . . . . .Fr.	54 »
Au printemps : 250 kilos nitrate de soude dosant 15.80 0/0 d'azote, soit 39 kilos 500 à 1 fr. 70	67 15
DÉPENSE TOTALE. . . Fr.	121 15
Le poids de grain récolté a été de 1,650 kilos, ci . . Fr.	346 50
Celui de la paille de 3,500 kilos, ci	175 »
PRODUIT TOTAL . . .Fr.	521 50

Le produit supplémentaire est donc de 244 fr. 50, et la dépense étant de 121 fr. 15 le bénéfice dû à l'engrais azoté et phosphaté est de 123 fr. 35 avec le nitrate de soude.

Carré n° 4. — Nous avons remplacé dans cette parcelle l'azote nitrique par l'azote ammoniacal, et bien que nous en ayons employé, par suite d'une erreur dans l'épandage, un poids un peu plus fort que nous ne voulions le faire, afin de rester dans les conditions voulues pour faire la comparaison avec l'azote nitrique, on verra, par les résultats obtenus à la récolte, que la très grande différence qui existe entre le bénéfice du carré 3 et celui du carré 4 ne peut être attribuée seulement à la petite quantité d'azote employée en trop (11 kilos), mais bien à l'état de combinaison différent de l'azote ; il paraît donc résulter de cet essai que, dans un sol de la même nature que celui que nous occupons, et avec des conditions atmosphériques analogues à celles qui ont présidé à la croissance du blé en 1887, l'emploi des sels ammoniacaux doit être préféré comme source d'azote à celui des nitrates. M. Ladureau a eu, du reste, souvent l'occasion de remarquer pareil fait dans les cultures expérimentales qu'il a jadis établies dans le Nord, lorsqu'il dirigeait la station agronomique de Lille.

Nous avons pris pour ce champ :

A l'automne toujours : 600 kilos superphosphate, ci. Fr.	54 »
Au printemps : 250 kilos de sulfate d'ammoniaque, dosant 20 0/0 d'azote, à 1 fr. 50 l'unité	75 »
DÉPENSE D'ENGRAIS. . . Fr.	129 »
Et nous avons obtenu : 2,150 kilos de blé . . . . . Fr.	451 50
Et 4,000 kilos de paille	200 »
SOIT UN PRODUIT TOTAL DE. .Fr.	651 50

soit 374 fr. 50 de plus que sur la parcelle sans engrais, et, si l'on défalque le coût de la fumure 129 francs, il reste un bénéfice de 245 fr. 50 sensiblement égal au double de celui qu'a produit le nitrate de soude du *carré 3*.

Dans les *carrés 5* et *6*, nous avons voulu comparer l'effet des scories de déphosphoration à celui des superphosphates.

Nous avons pris dans les deux cas une forte fumure azotée et phosphatée, et nous avons remplacé dans le carré 6 une partie du superphosphate par un poids égal de scories.

Le superphosphate qui a servi à cette comparaison était un produit minéral assez fortement rétrogradé, renfermant 13 0/0 d'acide phosphorique soluble dans le nitrate et payé à raison de 0 fr. 54 l'unité.

Les scories de déphosphoration étaient broyées assez grossièrement; elles dosaient 14 0/0 d'acide phosphorique total, vendu à 0 fr. 25 le kilo.

Dans les deux carrés, la fumure générale commune se composait de 600 kilos de superphosphate à 15 0/0 d'acide à l'automne, et de 350 kilos de nitrate de soude à 15.80 0/0 d'azote au printemps. Le superphosphate supplémentaire et les scories furent ajoutés en même temps au printemps.

Le *carré 5* reçut donc :

A l'automne : 600 kilos superphosphate.	Fr.	54 »
Au printemps : 350 kilos nitrate de soude renfermant 52 kilos 50 d'azote à 1 fr. 70 l'unité, ci.		89 25
Et 350 kilos de superphosphate ou 45 kilos 50 d'acide phosphorique soluble au nitrate à 0 fr. 54, ci.		24 55
SOIT UNE DÉPENSE TOTALE DE . .	Fr.	167 80

On y récolta :

2,350 kilos de blé, ci.	Fr.	493 50
Et 4,000 kilos de paille, ci		200 »
EN TOUT	Fr.	693 50

soit 416 fr. 50 de plus que sur le carré 1, avec une différence de 248 fr. 70 entre ce chiffre et le coût de la fumure.

Dans le *carré n° 6* on a employé :

A l'automne : 600 kilos superphosphate. . . .	Fr.	54 »
Au printemps : 350 kilos nitrate de soude		89 25
350 kilos scories à 14 0/0		12 25
AU TOTAL . . .	Fr.	155 50

Et l'on a obtenu :

2,150 kilos de blé.	Fr.	451 50
3,700 kilos de paille		185 »
SOIT EN TOUT .	Fr.	636 50

Le bénéfice n'a donc été dans ce carré que de 204 francs, inférieur de 44 fr. 70 à celui du carré 5.

L'effet des scories de déphosphoration a donc été ici désastreux, bien que nous ayons vu, au contraire, dans d'autres expériences, ces résidus lutter avantageusement avec le superphosphate.

Je crois que la raison de cet échec doit être attribuée à la quantité élevée de chaux caustique que renferment les scories (on en trouve généralement de 25 à 30 0/0). Cette chaux s'est trouvée en présence de l'acide phosphorique soluble des superphosphates, elle s'y est combinée et a donné naissance à un phosphate tribasique insoluble dans l'eau, de sorte que la majeure partie de l'acide phosphorique des 600 kilos de superphosphate a été ainsi annihilée, transformée en un sel nouveau presque inutile aux plantes qui ne peuvent se l'assimiler que très lentement dans cet état.

Lorsque nous reprendrons ces études comparatives sur les scories, nous aurons soin d'éviter cette cause d'insuccès.

Carré 7. — Est-il utile de mettre presque toute la fumure à l'automne pour le blé et de lui rendre au printemps une petite quantité d'azote sous forme de nitrate de soude destiné à imprimer une impulsion vigoureuse à la végétation ?

C'est ce que l'expérience du carré 7 va nous apprendre.

Nous avons employé dans ce carré à l'automne la fumure très élevée de :

100 kilos 500 d'acide phosphorique sous forme de superphosphate, ce qui, à 0 fr. 60 le kilo, fait . . . . Fr.	60 30
Et 48 kilos 500 d'azote ammoniacal à 1 fr. 50, ci	72 75
Au printemps, on a ajouté 29 kilos 750 d'azote nitrique à 1 fr. 70, ci	50 55
SOIT EN TOUT. . . . . Fr.	183 60

Et l'on a obtenu les rendements suivants :

2,550 kilos de blé. Fr.	535 50
6,290 kilos de paille	314 50
TOTAL. . . . . Fr.	850 »

Soit 573 francs de plus que sur le carré sans engrais et un bénéfice relatif de 389 fr. 40.

Cette pratique est donc excellente et doit être recommandée aux agriculteurs. Elle est, du reste, absolument conforme aux données actuelles de la science.

Nous savons, en effet, que les plantes ne s'assimilent l'azote que sous la forme de nitrates et que, sous l'influence d'un ferment particulier qui existe dans le sol et qui a été découvert par MM. Schlœsing et Müntz, les sels ammoniacaux se transforment peu à peu en nitrates. Il

faut donc employer ces sels de préférence, lorsque l'on n'a pas besoin d'un engrais à action très rapide immédiatement assimilable, comme c'est le cas pour le blé qui doit passer l'hiver en terre, sans y acquérir pour ainsi dire de développement.

Mais, durant tout ce temps-là, le ferment nitrique agit et transforme peu à peu l'azote ammoniacal en combinaisons nitriques que la plante trouvera à sa disposition au printemps, lorsque l'échauffement de l'atmosphère et du sol lui permettront de pousser vivement.

En réservant, en outre, pour cette époque une partie de la fumure azotée, on évite de voir une quantité notable de nitrates disparaître dans les couches profondes du sol entraînés par les eaux pluviales et celles provenant de la fonte des neiges. Or, les travaux récents de Dehérain, de Schlœsing et Müntz, de Berthelot, ont démontré que la déperdition subie par les terres en éléments azotés peut être considérable, sous l'influence de ce lavage. Elle est d'autant plus élevée que le sol est plus perméable et que les pluies et les neiges ont été plus importantes.

L'agriculteur qui a à cœur d'éviter autant que possible les causes de perte, doit donc mettre ses engrais azotés en deux fois et même en réserver la meilleure part pour l'employer en couverture au printemps.

Carré n° 8. — Nous avons voulu voir dans ce carré quelle différence existait, au point de vue du bénéfice, entre la culture aux engrais chimiques, telle que nous l'avons pratiquée dans nos parcelles précédentes et la culture au fumier seul, avec la dose maxima employée par les cultivateurs pour obtenir les plus forts rendements, celle de soixante mètres cubes, ou environ 55,000 kilos à l'hectare. Nous comptons ce fumier à raison de 8 francs le mètre cube, prix auquel nous le vendons à Moslins.

Nous n'appliquons au blé que les deux tiers de la fumure, réservant le troisième tiers, selon l'usage en pareille matière, pour la culture suivante, et voici quels sont les résultats auxquels nous sommes arrivés. On a mis à l'automne :

60 mètres cubes de fumier à 8 francs, ci. .	Fr.	480 »
dont les deux tiers sont de 320 francs.		

On a récolté :

1,700 kilos de blé, ci	Fr.	357 »
3,500 kilos de paille, ci		175 »
Soit en tout	Fr.	532 »

Cela fait 255 francs de plus que sur la parcelle sans engrais; mais si on déduit les 320 francs, coût de la fumure, il reste pour ce champ, non plus un bénéfice, mais un *déficit* de 65 francs.

Il est juste de faire remarquer que l'année 1887 a été une année de sécheresse exceptionnelle, par conséquent fort peu avantageuse au fumier qui n'a guère pu exercer son effet, qui n'a pas joué, comme disent les cultivateurs, tandis que les engrais chimiques et surtout le nitrate de soude si facilement soluble, si hygrométrique, ont pu exercer complètement leur action et ont même contribué, par leurs propriétés hygroscopiques, à maintenir dans le sol, au pied des plantes, une certaine quantité d'humidité.

La comparaison que nous voulions établir a donc été un peu faussée par suite des circonstances atmosphériques défavorables au fumier et avantageuses aux engrais chimiques. Mais quoi qu'il en soit, on doit retenir ce fait extrêmement intéressant que, dans cette partie de la Champagne, où la crise agricole sévit plus durement encore que dans bien d'autres contrées pour tous ceux qui n'ont pas de vignobles pour les sauver, ceux des cultivateurs qui ont voulu s'obstiner à suivre les anciennes méthodes et à cultiver uniquement au fumier, ont vu le bénéfice disparaître, tandis que ceux qui ont su se mettre au niveau des progrès actuels, et qui ont largement employé les engrais complémentaires, se sont maintenus, je ne dis pas dans un état de prospérité que ne permettent ni la nature du sol cultivé, ni les circonstances générales de la production agricole, mais dans une situation *relativement* satisfaisante.

Carré n° 9. — Dans toutes les exploitations agricoles, il y a du bétail ou des chevaux et, par suite, du fumier est produit forcément. Il faut donc l'utiliser, et quels que soient les avantages que présentent les engrais chimiques sur lui, le cultivateur est contraint ou de le vendre, ce qu'il fait souvent en Champagne, pour la fumure des vignobles, ou de l'employer lui-même sur ses terres.

Quelle est, dans ce second cas, la meilleure manière de tirer parti du fumier? C'est ce ue nous avons demandé à ce dernier carré.

En associant au fumier les engrais chimiques, on aura ainsi les avantages du premier et ceux des derniers; on pourra diminuer beaucoup la quantité à employer du premier, sans cesser de jouir pour cela de l'amélioration qu'il produit dans le sol, en lui donnant de la porosité, en l'ouvrant à l'air, et en donnant naissance à une grande quantité d'acide carbonique et de matières ulmiques carbonées nécessaires à la végétation.

Si l'on y ajoute, au moment de son emploi, une certaine quantité de superphosphate, on évitera ainsi la déperdition d'azote sous forme de sels ammoniacaux volatils que subissent les fumiers exposés à l'air.

Si, enfin, on y adjoint au printemps un peu de nitrate de soude, afin de donner une grande énergie à la plante, de pousser vigoureusement

son développement, on obtient ainsi tous les effets utiles de cette fumure mixte.

C'est ce que nous avons voulu démontrer dans le carré 9, sur lequel nous avons employé à l'automne :

50 mètres cubes de fumier à 8 francs, ci. . . . . . Fr.	400 »
dont nous déduisons le tiers pour la culture suivante, reste. Fr.	267 »
300 kilos surperphosphate à 15 0/0 d'acide, ci	27 »
Au printemps, on a ajouté :	
250 kilos nitrate de soude ou 37 kilos 500 d'azote, à 1 fr. 70, ci.	63 75
COUT DE LA FUMURE TOTALE. . . Fr.	357 75

Nous avons récolté, avec cette fumure :

3,200 kilos de blé (la plus forte récolte de notre champ d'études) . . . . Fr.	672 »
5,650 kilos de paille (la plus forte récolte)	282 50
VALEUR TOTALE . . . . Fr.	954 50

soit un excédent de 677 fr. 50 sur le champ non fumé.

Si l'on déduit de ce chiffre celui de la dépense d'engrais, il reste un bénéfice relatif de 319 fr. 75, peu inférieur à celui que nous avons obtenu dans le carré 7 par l'emploi d'une fumure assez forte donnée uniquement avec les engrais chimiques.

Les observations que nous avons présentées au sujet du carré précédent sur l'influence fâcheuse de la sécheresse de cette année 1887 (sur les cultures au fumier), doivent être faites également pour cette parcelle, dont la fumure principale a été donnée au moyen du fumier de ferme. Il est assez probable que si les circonstances atmosphériques et météorologiques avaient été plus favorables, si la pluie avait alterné d'une manière un peu régulière avec les périodes de sécheresse et de chaleur, le produit de ce dernier champ aurait été plus considérable, et que c'est lui qui aurait eu le premier rang dans les résultats de notre expérimentation.

Nous croyons que là se trouve la vérité en matière d'engrais : une demi-fumure de 30,000 à 40,000 kilos de fumier avant l'hiver, avec 300 à 400 kilos de superphosphate ; puis, au printemps, 200 à 300 kilos de nitrate de soude ou de sulfate d'ammoniaque destinés à donner un coup de fouet à la végétation.

Afin de permettre à nos lecteurs d'embrasser d'un seul coup d'œil les résultats de nos études, nous les réunissons dans le tableau suivant :

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE MOSLINS

CULTURE DU BLÉ EN 1887

NUMÉROS D'ORDRE	FUMURE	DÉPENSE PARTIELLE	DÉPENSE TOTALE	PRODUITS RÉCOLTÉS	PRODUIT en argent PARTIEL	TOTAL	BÉNÉFICE RELATIF
					fr. c.	fr. c.	
1	Rien.	Néant.	Néant.	950^k blé. 1,550^k paille.	199 50 77 50	277 »	
		fr. c.	fr. c.				
2	A l'automne : 600 kilos superphosphate à 15 0/0	54 »	54 »	1,200^k blé. 2,250^k paille.	252 » 112 50	364 50	33 50
3	A l'automne : 600 kilos superphosphate Au printemps : 250 kilos nitrate de soude	54 » 67 15	121 15	1,650^k blé. 3,500^k paille.	346 50 175 »	521 50	123 35
4	A l'automne : 600 kilos superphosphate Au printemps : 250 kilos sulfate d'ammoniaque	54 » 75 »	129 »	2,150^k blé. 4,000^k paille.	451 50 200 »	651 50	245 50
5	A l'automne : 600 kilos superphosphate Au printemps : 350 kilos nitrate de soude 350 kilos superphosphate à 13 0/0	54 » 89 25 24 55	167 80	2,350^k blé. 4,000^k paille.	493 50 200 »	693 50	248 70
6	A l'automne : 600 kilos superphosphate Au printemps : 350 kilos nitrate de soude 350 kilos scories à 14 0/0 acide phosphorique . .	54 » 89 25 12 25	155 50	2,150^k blé. 3,700^k paille.	451 50 185 »	636 50	204 »
7	A l'automne : 100 kilos 500 acide phosphorique . . . . 48 kilos 500 azote ammoniacal . . . . Au printemps : 29 kilos 750 azote nitrique	60 80 72 75 50 55	183 60	2,550^k blé. 6,290^k paille.	535 50 314 50	850 »	389 40
8	A l'automne : 60 mètres cubes de fumier, dont un tiers a déduire pour la récolte suivante	480 × 2 / 3	320 »	1,700^k blé. 3,500^k paille.	357 » 175 »	532 »	Perte relative. 65 »
9	A l'automne : 50 mètres cubes de fumier (deux tiers) . . . 300 kilos superphosphate à 15 0/0 . . . . . . Au printemps : 250 kilos nitrate de soude	267 » 27 » 63 75	357 75	3,200^k blé. 5,650^k paille.	672 » 282 50	954 50	Bénéfice relatif. 319 75

Résumé. — Voici, en résumé, quels ont été les principaux résultats de l'expérimentation dont nous venons de décrire les conditions :

1° L'addition de l'acide phosphorique soluble, sous forme de superphosphate, à la dose de 50 kilos à l'hectare, produit une augmentation notable de récolte dans les sols de la Champagne qui ne contiennent pas un millième de cet acide (carré n° 2);

2° Le sulfate d'ammoniaque employé au printemps paraît donner, dans ces mêmes terres, des résultats très supérieurs à ceux que procure le nitrate de soude à dépense égale. Le sol de la Champagne paraît donc favorable à la nitrification rapide des matières azotées (carrés 3 et 4);

3° Les scories de déphosphoration n'ont pas donné de résultats satisfaisants, l'expérience devra être recommencée en les employant seules, à dépense égale, comparativement avec les superphosphates (carrés 5 et 6);

4° Le bénéfice le plus élevé a été obtenu avec une forte fumure aux engrais chimiques déposée en deux fois : à l'automne et au printemps (carré 7);

5° L'emploi exclusif du fumier de ferme a été désastreux probablement par suite de la sécheresse de l'année 1887. Il a occasionné une perte relative de 65 francs, à laquelle il faut encore ajouter naturellement tous les frais de main-d'œuvre, prix des semences, loyer, contributions et frais généraux de toute nature (carré 8).

6° Enfin, c'est avec une fumure mixte au fumier et aux engrais chimiques que l'on a obtenu le produit le plus élevé en grain et paille. Mais cette fumure coûtant plus cher que celle aux engrais chimiques seuls, il en résulte que le bénéfice relatif donné par ceux-ci a été supérieur à celui obtenu par la fumure mixte au fumier et aux engrais.

La conclusion finale de ces études est donc que l'agriculteur de la Champagne, qui trouve parfois à vendre avantageusement ses fumiers aux vignerons à des prix variant entre 10 et 12 francs le mètre cube, rendu dans les vignes voisines, peut réaliser, par cette vente, un bénéfice certain, à condition de réemployer à l'achat d'engrais chimiques une partie de la somme qu'il recevra ainsi.

S'il achète bien ses engrais aux cours du jour, actuellement inférieurs à ceux que nous avons payés lors de l'achat des nôtres, s'il les emploie avec discernement, non seulement il pourra ainsi maintenir indéfiniment la fertilité de son sol, tout en élevant progressivement ses rendements, mais il pourra de plus faire entrer dans sa caisse, annuellement, une certaine somme représentant le bénéfice de la vente de ses fumiers. Cette somme pourra être représentée par la différence entre le prix de 8 francs le mètre cube et celui de sa vente multiplié par le nombre de mètres cubes vendus.

Dans le cas où le fermier champenois qui vend son fumier dispose,

par exemple, de 500 mètres cubes et qu'il les vende 10 francs le mètre cube, sa recette sera de 5,000 francs, sur lesquels il devra prélever 4,000 francs pour l'achat d'engrais chimiques et pourra garder en caisse 1,000 francs; ce sera donc, dans ce cas, un bénéfice net réalisé sur le fumier de 20 0/0, ce qui n'est certes pas à dédaigner par le temps actuel.

MM. A. LADUREAU

Directeur du Laboratoire agricole central,

et MOUSSEAUX

Directeur de l'Union agricole de la Marne.

ÉTUDES EXPÉRIMENTALES SUR LA CULTURE DE L'AVOINE EN CHAMPAGNE

— Séance du 31 mars 1888. —

Les expériences que nous avons entreprises cette année (1887), M. Mousseaux et moi, sur la culture de l'avoine ont eu comme but principal, de même que celles faites sur le blé, de démontrer aux cultivateurs de la Champagne qui sont encore assez attardés de ce côté, l'efficacité des engrais chimiques et la possibilité de remplacer complètement par ces produits, le fumier de ferme, que l'on trouve parfois plus avantageux de vendre en totalité ou en partie dans cette contrée, où la culture de la vigne en réclame de fortes quantités. Notre champ de démonstration présentait 1 hectare 30 ares de superficie; il fut divisé en parcelles exactement mesurées et d'égale étendue. Pour faciliter l'examen de nos résultats et leur comparaison; tous nos chiffres ont été ramenés à l'hectare, tant pour les engrais employés que pour les poids de récoltes obtenus.

Par suite des pluies du printemps qui n'ont pas permis d'aborder les champs en temps opportun, l'ensemencement a été fait un peu tard, le 12 avril seulement. Les froids qui sont survenus ensuite ont beaucoup retardé la végétation, de sorte que la paille est restée courte. Puis les chaleurs et la sécheresse persistante qui a duré depuis le 5 juin jusqu'au moment de la récolte ont exercé sur le grain une influence fâcheuse, de sorte qu'il est maigre et mal nourri. Cette observation a été faite généralement dans toute la France : on sait, en effet, que la récolte de l'avoine a été des plus médiocres cette année sur presque tout notre territoire.

La végétation ayant langui beaucoup au début, l'avoine fut envahie par le séné et autres mauvaises herbes. On lui donna le 1er juin un vigoureux coup de herse, qui déracina une partie de ces herbes nuisibles. Cette

action bienfaisante du hersage se fit sentir surtout sur la parcelle 7 qui ne reçut l'azote qu'au mois de juin, car les sénés étant beaucoup moins forts qu'ailleurs, furent promptement détruits par le hersage qui servait en même temps à enterrer le nitrate de soude.

De petites pluies étant survenues les 2, 3 et 4 juin, suivies après cela par une longue période de chaleurs, l'avoine a pu prendre le dessus sur l'herbe, et a commencé alors à croître assez vigoureusement, mais sans pouvoir cependant regagner tout le temps perdu.

Nous avons employé sur notre champ d'études la variété connue sous le nom d'avoine de Coulommiers, variété assez prolifique et fort en honneur dans toute cette partie de la France.

Nous ferons l'année prochaine, comme pour le blé, une étude comparative des diverses variétés les plus connues et les plus recommandées, afin de reconnaître celle qu'il est le plus avantageux de cultiver dans nos terres de la Champagne. Notre champ d'expériences dépend de la ferme de Moslins, près d'Avize (Marne), en plein pays de ces vignobles fameux qui produisent ce vin exquis que les autres pays de production vinicole cherchent en vain à imiter, sans avoir pu y réussir jusqu'ici.

Voici la richesse du sol de ce champ, d'après nos analyses :

Azote, par kilo de terre sèche	0g,95
Acide phosphorique par kilo de terre sèche.	0g,83
Potasse	0g,72
Chaux	2g,80

Notre avoine succédait à un blé de trèfle; elle fut semée le 12 avril à raison de 1 hectolitre 80 par hectare.

Lorsque nous avons rendu compte de nos expériences sur le blé, nous avons dit que nous appelions *bénéfice relatif*, celui qui résultait de la comparaison du produit de chaque parcelle avec celui de la parcelle cultivée sans engrais aucun, dont on déduisait, en outre, le coût de la fumure.

Nous procéderons encore de la même manière, et ferons remarquer de nouveau que ce bénéfice relatif devient une perte réelle dans certains cas, si on veut le transformer en bénéfice net, en faisant intervenir dans ce nouveau calcul, le prix de location de la terre, les contributions, la semence, la main-d'œuvre et frais généraux divers, évalués par M. Dehérain à 300 francs. Nous insistons sur ce point, afin de prévenir toute fausse interprétation de nos résultats.

Nous avons employé, comme engrais chimiques, les substances suivantes :

Nitrate de soude titrant 15.80 0/0 d'azote;

Superphosphate titrant 15 0/0 acide phosphorique soluble ;

Chlorure de potassium titrant 55 0/0 de potasse.

Pour préciser davantage et éviter tout calcul à nos lecteurs, nous

avons donné seulement les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse correspondantes aux poids d'engrais employés.

Voici maintenant comment furent disposées nos parcelles ou carrés d'expérience :

Parcelle 1. — Nous n'y avons mis aucun engrais, afin de servir de témoin, de terme de comparaison avec les autres qui reçurent les diverses fumures ci-après :

On récolta sur cette parcelle 720 kilos de grains qui furent vendus à 17 francs les 100 kilos	Fr.	122 40
Et 930 kilos de paille vendus à 4 francs les 100 kilos		37 20
SOIT UNE SOMME TOTALE DE	Fr.	159 60

C'est cette somme de 159 fr. 60 que nous allons défalquer de celles qui représenteront les produits totaux des parcelles suivantes, pour en déduire le bénéfice relatif, après en avoir, en outre, soustrait le chiffre variable du coût des engrais employés.

Parcelle 2. — Dans quelles proportions l'addition d'une quantité assez faible d'azote assimilable donné sous forme de nitrate de soude, augmente-t-elle le rendement de l'avoine dans ce sol qui, sans engrais aucun, produit 159 fr. 30 c. de récolte? C'est ce que doit nous répondre le carré 2, auquel nous avons donné, le 9 avril, 30 kilos d'azote nitrique dont le coût à 1 fr. 70 est de 51 francs.

Nous y avons obtenu 1,090 kilos de grains	Fr.	185 30
Et 1,730 kilos de paille		69 20
EN TOUT	Fr.	254 50

soit 94 fr. 90 de plus que sur la parcelle témoin n° 1; et si l'on déduit les 51 francs, coût de l'azote employé, il reste 43 fr. 90 comme bénéfice relatif.

Donc, dans notre sol, l'addition d'azote soluble produit un bénéfice net à peu près égal à son prix d'achat: ce qu'il était intéressant d'établir.

Parcelle 3. — L'addition d'acide phosphorique seul est-elle aussi avantageuse que celle de l'azote? Pour trouver la réponse à cette question, nous avons semé, dans la parcelle *3*, pour tout engrais, la quantité de 19 kilos 500 d'acide phosphorique soluble au citrate d'ammoniaque, sous forme de superphosphate minéral. A 0 fr. 54 l'unité, cette fumure nous a coûté 10 fr. 50.

Comme nous n'avons récolté que 750 kilos de grains valant	Fr.	127 50
Et 1,100 kilos de paille valant		44 »
CELA NOUS A DONNÉ UN PRODUIT TOTAL DE	Fr.	171 50

supérieur seulement de 11 fr. 90 à celui de la parcelle sans engrais, de

sorte que, si l'on déduit la valeur de l'engrais phosphaté, il ne nous reste, comme bénéfice relatif, que 1 fr. 40.

L'emploi des engrais azotés est donc plus avantageux dans notre sol que celui des engrais phosphatés.

Mais voyons si nous n'aurions pas de meilleurs résultats en associant ces deux éléments de fertilisation. C'est ce que nous avons fait dans la *Parcelle 4.* — Nous y avons employé :

39 kilos d'acide phosphorique soluble valant.	Fr.	21 05
Et 30 kilos d'azote nitrique.		51 »
NOTRE FUMURE NOUS COUTE DONC . .	Fr.	72 05

Or, nous avons récolté les poids suivants :

1,395 kilos de grains	Fr.	237 15
Et 1,950 kilos de paille.		78 »
EN TOUT.		315 15

produit supérieur de 155 fr. 55 à celui du carré 1 sans engrais, laissant après la déduction de la fumure, un bénéfice relatif de 83 fr. 50. On voit combien il est plus avantageux d'ajouter l'azote à l'acide phosphorique, plutôt que de les employer chacun isolément. L'action de l'azote qui, à la même dose de 30 kilos, avait produit un bénéfice relatif de 43 fr. 90 dans le carré 2, a été presque doublée par celle de l'acide phosphorique, bien que ce dernier ait juste payé son prix d'achat dans la parcelle 3. Cela démontre bien que les engrais chimiques n'ont toute leur entière efficacité que s'ils sont mélangés de manière que l'équilibre convenable existe entre les divers éléments utiles qu'ils renferment.

Parcelle 5. — Nous avons voulu voir dans cette parcelle si, en doublant la quantité d'azote nitrique employée dans la précédente, nous n'aurions pas une augmentation correspondante dans nos rendements, et nous y avons employé 60 kilos d'azote, au lieu de 30 kilos, tout en maintenant la dose d'acide phosphorique soluble à 39 kilos.

Voici donc notre dépense d'engrais :

39 kilos acide phosphorique.	Fr.	21 05
60 kilos azote nitrique		102 »
TOTAL	Fr.	123 05

Nous avons obtenu la récolte suivante :

1,500 kilos de grains	Fr.	275 »
Et 2,700 kilos de paille.		108 »
EN TOUT.	Fr.	383 »

soit un produit supérieur de 223 fr. 40 à la parcelle n° 1 et un bénéfice relatif de 100 fr. 35.

Ce bénéfice n'est que de 16 fr. 85 supérieur à celui de la parcelle 4, ce qui nous montre que les 30 kilos d'azote nitrique ajoutés à la fumure n'ont pas été payés.

Il s'en faut de 34 fr. 15.

La conclusion à en déduire, c'est qu'il ne faut pas exagérer, sur les terres froides de la Champagne, la proportion des engrais azotés dans la culture des céréales; une quantité de 40 à 50 kilos d'azote à l'hectare au maximum, pour l'avoine, est suffisante pour produire les rendements les plus élevés qu'on puisse obtenir dans ces terres médiocres. Si l'on en emploie davantage, c'est en pure perte, la dépense n'est pas couverte, et, par suite des déperditions qui ont lieu durant l'hiver à travers les couches perméables du sol, il est très probable que presque tout l'azote employé ainsi en excès s'écoulera dans les eaux de drainage et ne pourra donc servir aux récoltes subséquentes.

Parcelle 6. — Nous n'avons employé jusqu'ici que de l'acide phosphorique et de l'azote. La potasse cependant peut être utile dans cette terre qui n'en renferme d'après nos analyses que 0 gr. 950 par kilo. C'est pour nous en assurer que nous avons employé sur cette parcelle *6* la fumure suivante.

19 kilos 500 acide phosphorique.	Fr.	10 50
30 kilos azote nitrique.		51 »
40 kilos de potasse à 0 fr. 476 le kilo.		19 05
TOTAL.	Fr.	80 55

Or, nous n'avons obtenu ici que :

1,120 kilos de grains, ce qui fait	Fr.	190 40
Et 1,900 kilos de paille.		76 »
SOIT EN TOUT	Fr.	266 40

c'est-à-dire 106 fr. 80 de plus que sur le carré 1 laissant, déduction faite du coût des engrais, un bénéfice relatif qui n'est que de 26 fr. 25.

L'action de la potasse a donc été nulle, et la dose d'acide phosphorique probablement trop faible, puisque dans la parcelle *4*, où nous avons employé la même dose d'azote et 20 kilos de plus d'acide phosphorique, nous avons obtenu un produit total de 315 fr. 15 au lieu de 266 fr. 40.

L'influence de l'addition de potasse a peut-être même été nuisible, car nous avons remarqué que l'avoine, qui avait eu une très belle levée et qui avait au début une végétation exubérante, s'est trouvée tout à coup envahie par le séné. Ces plantes, activées sans doute par la potasse soluble qu'elles rencontraient à leur disposition, prirent un développement très rapide, et malgré les efforts faits pour les arracher et les couper, on n'en

put venir complètement à bout. Ce phénomène ne s'étant manifesté que dans cette parcelle et dans la suivante, où l'on avait employé également de la potasse, tandis que l'on ne pouvait l'observer dans toutes les autres parties du champ d'expériences, il faut en conclure que le rôle de cette base a été dans ce cas absolument nuisible; car, non seulement, le séné a dépouillé le sol d'une partie de ses éléments utiles, mais de plus, il a retardé la végétation de l'avoine en lui prenant une partie du soleil et de l'air dont elle avait besoin.

Si donc nous employons désormais encore la potasse sur ces terres, pour la fumure destinée aux betteraves et aux plantes de la famille des crucifères et des solanées, nous l'éviterons pour les céréales.

Dans la *parcelle 7*, nous avons employé exactement la même fumure que dans la précédente. Seulement, au lieu de mettre notre azote au début de la culture, nous ne l'avons employé qu'au 1er juin, en couverture, voulant voir si ce mode d'emploi était préférable à l'autre. Nous nous en sommes bien trouvés, car le séné a envahi moins fortement cette pièce, qui n'avait pas d'azote soluble à lui offrir, que la précédente; nous avons pu nous en rendre maîtres et notre produit total a été, dans ce cas, absolument égal à celui de la parcelle 4, où nous n'avions employé que de l'acide phosphorique (39 kilos) et la même quantité d'azote.

Voici donc la fumure employée sur cette parcelle, au 9 avril :

19 kilos 500 acide phosphorique	Fr.	10 50
Et 40 kilos potasse		19 05
Puis le 1er juin :		
30 kilos azote nitrique.		51 »
Total	Fr.	80 55

Nous avons récolté :

1,350 kilos grains valant	Fr.	229 50
Et 2,150 kilos paille valant		86 »
Produit total	Fr.	315 50

supérieur de 155 fr. 90 à celui de la parcelle sans engrais, laissant un bénéfice relatif de 75 fr. 35.

En comparant les résultats de cette parcelle avec ceux de la parcelle 4, on voit encore ici que l'addition de potasse à la fumure a produit un résultat à peu près nul.

Nous répéterons plus tard cet essai, pour en contrôler les résultats par l'expérience d'une autre année, et voir si, en supprimant la potasse, on peut trouver un avantage dans l'application de l'azote au cours de la végétation en couverture, au lieu de l'employer en terre au moment des semailles.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les divers résultats de ces études comparatives de l'action des engrais chimiques sur l'avoine. Il sera plus facile ainsi pour le lecteur de les comparer entre eux.

CULTURE DE L'AVOINE A MOSLINS
EN 1887

NUMÉROS D'ORDRE	NATURE DE L'ENGRAIS	DÉPENSE PARTIELLE	DÉPENSE TOTALE	PRODUITS RÉCOLTÉS	VALEUR en argent. PARTIELLE	TOTALE	PRODUIT SUPPLÉMENTAIRE	BÉNÉFICE RELATIF
		fr. c.	fr. c.		fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1	Sans engrais.	»	»	720 kilos grains à 17 fr. 930 kilos paille à 4 fr.	122 40 37 20	159 60	»	»
2	30 kilos azote nitrique à 1 fr. 70 c..	51 »	51 »	1,090 kilos grains 1,730 kilos paille.	185 30 69 20	254 50	94 90	43 90
3	19 kilos 500 acide phosphorique à 0 fr. 54 c..	10 50	10 50	750 kilos grains 1,100 kilos paille.	127 50 44 »	171 50	11 90	1 40
4	39 kilos acide phosphorique 30 kilos azote nitrique . . .	21 05 51 »	72 05	1,395 kilos grains 1,930 kilos paille.	237 15 78 »	315 15	155 55	83 50
5	39 kilos acide phosphorique 60 kilos azote nitrique. . .	21 05 102 »	123 05	1,500 kilos grains 2,700 kilos paille.	275 » 108 »	383 »	223 40	100 35
6	9 Avril : 19 kilos 500 acide phosphorique . . . . 30 kilos acide nitrique . 40 kilos potasse à 0f476.	10 50 51 » 19 05	80 55	1,120 kilos grains 1,900 kilos paille.	190 40 76 »	266 40	106 80	26 25
7	9 Avril : 19 kilos 500 acide phosphorique . . . . 40 kilos potasse. . . . . 1er Juin : 30 kilos azote nitrique. .	10 50 19 05 51 »	80 55	1,350 kilos grains 2,150 kilos paille.	229 50 86 »	315 50	155 90	75 35

En résumé, les expériences auxquelles nous nous sommes livrés sur la culture de l'avoine, cette année, montrent que, même dans les champs assez copieusement fumés avec les engrais chimiques, la récolte a été des plus précaires, et qu'elle n'a en aucun cas, couvert à beaucoup près les frais divers, engrais et autres qu'elle entraîne. Ce résultat peu satisfaisant doit surtout être attribué au retard apporté dans l'ensemencement du champ d'expériences et aux circonstances défavorables qui accompagnèrent sa croissance, ainsi que le démontre le produit obtenu en grande culture dans les champs ensemencés en temps convenable. C'est ce que nous montrerons tout à l'heure.

En second lieu, l'addition d'une fumure azotée, à azote soluble, a rapporté un bénéfice relatif à peu près égal à son coût, tandis que l'engrais phosphaté, employé isolément, a exactement couvert la dépense causée par son achat (carrés 2 et 3). L'emploi de l'azote et de l'acide phosphorique solubles, mélangés en proportions convenables, a augmenté très notablement la récolte et procuré le bénéfice relatif le plus élevé. Toutefois, la dose de 60 kilos d'azote nitrique paraît trop élevée pour les besoins d'une récolte de céréales dans les terres froides de la Champagne; il paraît suffisant d'en mettre 40 kilos seulement par hectare (carrés 4 et 5).

Le carré 6 a montré que la potasse exerçait un effet fâcheux en surexcitant la pousse du séné, qui a nui beaucoup à la végétation de la céréale.

Quant au carré 7, destiné à montrer l'influence de l'époque de l'emploi de l'engrais azoté, il est difficile d'en tirer une conclusion bien nette, à cause de l'effet défavorable exercé par la potasse et de la présence d'une quantité assez élevée d'herbes nuisibles.

Telles sont les principales conclusions que l'on peut déduire des expériences entreprises cette année à Moslins (Marne), sur l'avoine.

Toutes les parcelles de notre champ d'expériences ayant participé aux mêmes conditions atmosphériques, ayant été semées en même temps, la comparaison des résultats obtenus sur ces parcelles nous a paru présenter assez d'intérêt pour les publier. Mais comme nous l'avons fait observer plus haut, l'époque tardive de l'ensemencement a exercé une influence également défavorable sur toutes les parties de ce champ. Aussi voulons-nous montrer, par les résultats que nous avons obtenus en grande culture, au moyen d'un ensemencement fait en temps opportun, ce que l'on peut obtenir normalement dans nos terres de la Brie champenoise.

Nous avons semé, le 8 mars, la même variété d'avoine sur 50 hectares auxquels on a distribué la fumure suivante par hectare :

450 kilos d'engrais n° 2 dosant :

Azote soluble nitrique.	7 50
Acide phosphorique soluble	8 »

Soit à l'hectare :

33 kilos 750 d'azote nitrique à 1 fr. 70. . . .	Fr.	57 37
Et 36 kilos 400 d'acide phosphorique à 0 fr. 54. .		19 65
Total	Fr.	77 02

Et nous avons récolté à l'hectare :

Grain : 2,250 kilos à 17 francs les 100 kilos, soit	Fr.	382 50
Paille : 3,000 kilos à 4 francs les 100 kilos . . .		120 »
Total.	Fr.	502 50

Tandis que sur la parcelle témoin, qui n'avait pas reçu d'engrais, la récolte n'a été que de :

Grain : 800 kilos à 17 francs.	Fr.	136 »
Paille : 1,200 kilos à 4 francs.		48 »
Total.	Fr.	184 »

Notre dépense d'engrais ayant été de 77 fr. 02 et notre produit supplémentaire de 502.50 — 184 = 318 fr. 50, on voit que le bénéfice attribuable à l'engrais est de :

318,50 — 77,02 = 241 fr. 48,

ce qui prouve l'excellent effet d'une bonne fumure azotée et phosphatée sur la culture des céréales.

Ce fait est d'autant plus intéressant à signaler que, jusqu'à ces dernières années, beaucoup d'agronomes ont dit et écrit que l'emploi des engrais azotés sur les graminées ne produisait pas généralement tout l'effet qu'on en attendait, qu'il donnait même souvent lieu à des déceptions.

On voit que tel n'est point le cas dans les terres de la Brie champenoise.

Il résulte de ces faits une certitude absolue : c'est que la culture française pourra encore se tirer d'affaires et réaliser même d'assez sérieux bénéfices, si l'on joint bientôt aux mesures douanières de protection déjà prises, une bonne loi facilitant le crédit au cultivateur et lui permettant de faire à son sol les avances d'engrais nécessaires pour porter sa production au maximum possible. C'est ce que nous attendons avec une légitime impatience.

MM. MILLARDET et GAYON

LES NOUVELLES FORMULES DE LA BOUILLIE BORDELAISE

— Séance du 2 avril 1888 —

Au cours de deux articles publiés en mai dernier, dans le *Journal d'Agriculture pratique* (1), nous avons exposé les raisons qui nous paraissaient alors motiver des modifications importantes dans la composition de la bouillie bordelaise, telle qu'elle avait été employée jusque-là. Sans insister à nouveau sur ces considérations, nous nous bornerons à rappeler qu'à la place de l'ancienne bouillie à 6 kilos de sulfate de cuivre et 12 kilos de chaux pour 100 litres d'eau, nous proposions pour *l'application générale*, une bouillie à 3 kilos de sulfate de cuivre et 1 kilo de chaux seulement. En effet, d'après des expériences de laboratoire exécutées par nous-mêmes et des essais dus à quelques autres observateurs, cette nouvelle bouillie devait être à la fois plus adhérente encore aux feuilles que l'ancienne et non moins efficace contre le parasite.

En outre, comme nous nous étions assurés expérimentalement que, par suite de la réduction considérable apportée à la proportion de chaux contenue dans la bouillie, la solubilité de l'hydrate d'oxyde de cuivre renfermé dans cette dernière devient plus rapide, toutes choses égales d'ailleurs, que pour la bouillie ancienne à grand excès de chaux, nous proposions au public viticole, à titre d'essai, des bouillies moins riches encore en sulfate de cuivre que la bouillie d'application générale et contenant :

La bouillie d'essai nº 1, 2 kilos de sulfate de cuivre et 670 grammes de chaux vive pour 100 litres d'eau.

La bouillie d'essai nº 2, 1 kilo de sulfate de cuivre et 340 grammes de chaux vive pour 100 litres d'eau.

Nous espérions qu'en limitant, dans ces nouvelles bouillies, la quantité de chaux employée à la quantité minimum nécessaire pour décomposer tout le sulfate de cuivre, l'hydrate d'oxyde de ce métal qu'elles contiennent, devenant plus rapidement soluble dans les eaux de pluie et de rosée, les bouillies d'essai auraient encore une efficacité suffisante contre le parasite.

(1) Numéros des 19 et 26 mai 1887.

Tels sont les principes fondés en partie, nous le répétons, sur des essais de laboratoire, que nous avions posés en mai dernier. Il importait de les soumettre à la sanction de l'expérience en plein vignoble.

Afin de donner plus de portée à ces essais, trois champs d'expériences ont été institués; l'un chez M. Nathaniel Johnston, au château Dauzac (Médoc); un autre à Pézenas (Hérault), chez M. de Grasset, dans sa propriété de Laval; un troisième, enfin, chez M. Vincent Malègue, à Pezilla-la-Rivière, à quelques kilomètres de Perpignan (Pyrénées-Orientales).

L'ensemble des essais a été à peu près le même dans les trois champs d'expériences. Dans chacun d'eux, les diverses formules de bouillie et la cuprostéatite ont été appliquées. A Dauzac seulement, l'eau céleste et l'ammoniure ont été comparées à la bouillie. Enfin à Laval et à Dauzac, plusieurs autres poudres (soufre sulfaté de diverses formules, poudre Skawinski, etc.) ont été essayées également. Il nous semblait important, en effet, de comparer l'efficacité de ces derniers composés, non seulement contre le mildew, mais encore contre l'oïdium. Malheureusement ce dernier point n'a pas pu être élucidé, car dans tous nos champs d'expériences, ceux du Midi comme celui du Médoc, le développement de l'oïdium a été si faible, qu'il nous a paru impossible d'estimer avec quelque exactitude l'action des divers procédés de traitement sur cette maladie. Quant à l'efficacité des poudres contre le mildew, les résultats ont été plus nets; et cependant ils ne nous semblent pas suffisamment assurés pour pouvoir être publiés utilement, et cela pour plusieurs raisons. La première est que nous avons pu constater ailleurs que dans nos champs d'expériences, sur de grands vignobles, des effets tout à fait remarquables obtenus avec des poudres qui, entre nos mains, n'ont produit que des résultats à peine satisfaisants. La seconde est que l'application des remèdes pulvérulents demande d'autres conditions que celle des agents liquides, et qu'il ne semble guère possible de tirer des conclusions exactes d'applications faites à jour fixe pour liquides et poudres en même temps, sans pouvoir choisir, pour ces dernières, les conditions particulières qui favorisent leur efficacité. Enfin, il ne nous parait pas improbable que l'application de quelques-unes des poudres doive se faire d'après des règles toutes différentes de celles qui ont été suivies jusqu'ici. Au moins semble-t-il que la sulfostéatite soit dans ce cas. Au lieu de s'attacher à déposer séparément sur chaque souche, par coups de soufflet comptés et successifs, une dose donnée de cette poudre, il nous semble qu'il vaudra mieux employer des appareils formant par un débit puissant et continu des nuages d'un certain développement, qui, sous l'influence de l'humidité de l'atmosphère, à certaines heures (surtout au crépuscule du soir), retomberont d'eux-mêmes, à distance, sur des surfaces d'une certaine étendue. L'application et l'action

des composés pulvérulents, au moins de plusieurs d'entre eux, nous paraît donc demander encore un supplément d'études.

Voici maintenant les résultats obtenus dans chaque champ d'expériences pour les composés cuivreux liquides :

Tableau I

Champ d'essai de Laval. — Applications des traitements : les 10 juin, 10 juillet et 20 août. (Cépage : Aramon.)

Numéros d'ordre et nature des traitements	Coefficients au 16 septembre (M. Millardet)	Coefficients au 16 octobre (M. de Grasset)
0 Témoin	8,5	6
1 Bouillie ancienne, à 6 kilos de sulfate de cuivre	10	10
2 Bouillie nouvelle, à 6 kilos de sulfate de cuivre	10	10
3 — à 3 kilos — —	10	10
3 *bis* Bouillie nouvelle à 3 kilos de sulfate de cuivre et 4 grammes de soufre par pied .	10	10
4 Bouillie nouvelle à 2 kilos de sulfate de cuivre	10	9
5 — à 1 kilo — —	10	9
0 Témoin.	8	5

Tableau II

Champ d'essai de Pezilla-la-Rivière. — Applications des traitements : les 10 juin, 14 juillet et 10 août. (Cépage : Carignan greffé sur Riparia.)

Numéros d'ordre et nature des traitements	Coefficients 8 août (M. Malègue)	25 août (M. Malègue)	12 septembre (M. Malègue)	18 septembre (M. Millardet)	15 octobre (M. Malègue)
0 Témoin	5	3,5	2,5	3,5	1
1 Bouillie ancienne à 6 kilos.	10	9,7	9,5	9,5	9
2 Bouillie nouvelle à 6 kilos.	10	9,7	9,5	9,5	8,5
3 — à 3 kilos.	10	9,5	8,5	9,5	8,2
3 *bis* Bouillie nouvelle à 3 kilos, plus 4 grammes de soufre par pied. . .	10	9	8,8	9,5	7
4 Bouillie nouvelle à 2 kilos.	10	9	8,5	9	8,2
5 — à 1 kilo.	9,5	8,5	8	8,5	7,5
0 Témoin.	5	3,5	2,5	3,5	1

TABLEAU III

Champ d'essai de Dauzac. — Applications : les 10 juin, 20 juillet, 30 août et 12 septembre. (Cépage : Malbec.)

NUMÉROS D'ORDRE ET NATURE DES TRAITEMENTS	COEFFICIENTS 25 AOUT (M. David)	20 AOUT (M. David)	9 SEPT. (M. David)	19 SEPT. (M. David)	21 SEPT. (M. Gayon)	27 SEPT. (M. David)	4 OCTOBRE (M. Millardet)	4 OCTOBRE (M. David)	SOMME des COEFFICIENTS
0 Témoin	10	4	2	1	1	0	0,5	0	18,5
1 Bouillie ancienne	10	10	10	9	8	9	8,5	8	72,5
2 Bouillie nouvelle à 6 kilos	10	10	10	9	9	9	9,5	9	75,5
3 — à 3 kilos	10	10	10	9	9	9	9	9	75
3 *bis* Bouillie nouvelle à 3 kilos et 4 grammes de soufre	10	10	10	9	8,5	9	9	8,5	74
4 Bouillie nouvelle à 2 kilos	10	10	10	9	9	9	9,5	9	75,5
5 — à 1 kilo	10	10	10	9	10	9	10	10	78
17 Ammoniure	10	7	6	7	7,5	7	6,5	7,5	58,5
18 Eau céleste	10	8	8	7	8	7	7,5	8	63,5

Les tableaux suivants montrent l'influence des divers traitements sur la quantité de sucre contenue dans les raisins.

Tableau IV

Raisins cueillis dans le champ d'expériences de Dauzac.

Numéros et nature des traitements	Densité du moût.	Volume du moût pour 1 kilo de raisins.	Poids du moût pour 1 kilo de raisins.	Sucre pour 1 litre de moût.	Sucre pour 1 kilo de raisins.
—	—	—	—	—	—
			Grammes.	Grammes.	Grammes.
0 Témoin.	1066	640cc	682	160	102
1 Bouillie ancienne	1082	655	708	200	131
2 Bouillie nouvelle à 6 kilos	1084	690	748	207	143
3 — à 3 kilos	1085	685	743	208	142
Bouillie autre échantillon.	1084	675	732	205	138
— —	1082	690	746	205	141
Moyenne des trois échantillons	1084	690	740	206	140
3 *bis* Bouillie nouvelle à 3 kilos et 4 grammes de soufre.	1081	680	735	203	138
4 Bouillie nouvelle à 2 kilos	1081	685	742	205	140
5 — à 1 kilo.	1079	725	782	198,5	144
17 Ammoniure.	1077	700	754	195	136
18 Eau céleste	1083	710	770	203	144

Tableau V

Raisins cueillis chez M. Paul Chaperon, à Arveyres (Gironde).

		Densité du moût.	Poids du moût par kilo de raisins.	Sucre par litre de moût.	Sucre par kilo de raisins.
		—	—	—	—
			Grammes.	Grammes.	Grammes.
Mancin	traité trois fois à l'ammoniure. . .	1060	667,8	120,0	76
	traité deux fois à la bouillie	1074	719,6	178,5	120
Malbec	traité trois fois à l'ammoniure . .	1083	739,0	208,0	142
	traité deux fois à la bouillie.	1088	755,0	213,5	148

Résultats généraux de ces expériences.

On peut formuler ainsi qu'il suit les résultats des expériences dont on vient de lire le détail.

Les nouvelles bouillies, malgré la forte réduction que nous avons fait subir à la quantité de chaux qui entre dans leur composition, ou pour mieux dire, par suite de cette réduction, sont plus adhérentes aux feuilles que l'ancienne bouillie avec excès de chaux.

A Dauzac, ces bouillies se sont montrées un peu supérieures en général comme efficacité contre le mildew à la bouillie ancienne, bien que la plupart d'entre elles contiennent beaucoup moins de cuivre que cette dernière. A Laval et Pezilla, elles ont été simplement égales à cette dernière. Les nouvelles bouillies à 6, 3, 2 et même 1 kilo seulement de sulfate de cuivre ont montré si peu de différence à Dauzac, dans leur efficacité comparative contre le mildew qu'on peut, croyons-nous, les regarder comme équivalentes à ce point de vue. Et même, comme la bouillie n° 5 (à 1 kilo de sulfate de cuivre) est celle qui, dans ce dernier champ d'essai, a fourni les meilleurs résultats, c'est à elle qu'il paraît logique de donner la préférence à cause de son prix moins élevé, au moins pour le sud-ouest.

Nous nous croyons donc autorisés à recommander aux viticulteurs du sud-ouest de faire usage à l'avenir de la bouillie n° 5 ou tout au moins, si l'on tenait à une plus forte dose de cuivre et si le mildew se montrait particulièrement menaçant, de la bouillie n° 4. Les personnes qui préféreraient un moyen terme pourront employer une bouillie à 1 kilo et demi de sulfate de cuivre et 500 grammes de chaux pure pour 100 litres d'eau. Nous pouvons ajouter que l'essai de cette dernière formule a été également fait en grand par plusieurs propriétaires de la Gironde, qui en ont obtenu les meilleurs résultats.

L'eau céleste et plus encore l'ammoniure sont inférieures comme activité contre le mildew à toutes les bouillies considérées plus haut, même aux moins riches en cuivre. Cette conclusion ressort nettement de l'inspection des deux tableaux précédents.

La différence est surtout remarquable en ce qui concerne l'ammoniure, car on a vu que, chez M. Chaperon, deux traitements à la bouillie ont produit plus d'effet que trois à l'ammoniure.

Nous pourrions accumuler les exemples. Lors de nos visites en Médoc, nous avons vu sur les territoires de Macau, Labarde, Margaux, Pauillac, etc., nombre de vignes traitées deux fois à l'ammoniure, auxquelles les propriétaires n'ont pas hésité à faire appliquer, au moment le plus critique de l'invasion, un traitement à la bouillie, grâce auquel ils sont devenus enfin maîtres du fléau. Aussi le traitement à l'ammoniure, malgré les espérances qu'il a données d'abord, peut-il être regardé comme définitivement condamné par la pratique.

Quant à l'eau céleste, on doit lui reconnaître, il est vrai, une efficacité plus grande que celle de l'ammoniure, quoique notablement inférieure à

celle de la bouillie; mais il faut bien dire que son application, aux doses indiquées dans la circulaire ministérielle du printemps dernier, a très souvent causé des brûlures graves du feuillage. Les conclusions que nous avons formulées en mai et juin dernier, relativement à ces deux procédés de traitement, aussi bien qu'à la solution simple de sulfate de cuivre, restent donc entières. Il est bien avéré, comme nous l'avancions alors, que tous ces liquides sont dangereux pour la feuille de vigne, surtout au printemps, lorsqu'ils contiennent plus d'un demi-millième de *cuivre* à l'état de solution. On se trouve donc obligé, lorsqu'on veut répandre sur un vignoble par ces procédés, la quantité de cuivre nécessaire à sa préservation, d'employer une proportion d'eau beaucoup plus considérable qu'avec la bouillie et qui ne peut pas être au-dessous de 1,200 litres à l'hectare par chaque traitement.

Au reste, presque tous les documents qui sont venus à notre connaissance dans ces derniers temps confirment notre manière de voir sur l'efficacité relative des divers procédés de traitement que nous considérons ici.

Nous concluons donc que, de tous les liquides proposés pour le traitement du mildew, le plus actif, le moins cher et le seul dont l'application soit absolument sans danger pour la vigne, est la bouillie bordelaise composée d'après nos nouvelles formules.

M. André de LLAURADO

Ingénieur en chef du district forestier de Madrid.

EAUX SOUTERRAINES

— *Séance du 2 avril 1888* —

Le mode de formation des sources a été expliqué de façons diverses, selon l'état de développement des sciences physiques et naturelles qui servent de base à l'étude de l'hydrologie, et selon les préjugés systématiques des diverses écoles philosophiques qui ont dominé successivement dans la région des idées. L'étude et la critique minutieuse des opinions des philosophes anciens et de la multiplicité des théories plus ou moins bizarres sur lesquelles on prétendait fonder l'hydrologie n'auraient aucun intérêt pratique; je vais donc prendre les connaissances dans leur état actuel et établir les théories telles qu'elles sont, aujourd'hui, admises et contrôlées par les progrès de la science moderne.

Il est hors de doute que les eaux évaporées par la chaleur solaire dans la surface de notre planète se répandent dans l'atmosphère et retombent condensées sous forme de pluies, neige, etc., sur toute l'étendue des mers et des continents. De la quantité d'eau qui atteint la surface de la terre, procédant de la pluie et des autres météores aqueux, si l'on ne tient pas compte de celle qui, sous forme de glace, se conserve dans les régions les plus élevées, une partie coule librement sur la surface du sol, une autre s'évapore et retourne à l'atmosphère, ou directement ou après avoir nourri la végétation, et le reste s'infiltre au travers des sables, des graviers, des terres, ou des fissures ou des sinuosités des roches compactes, reparaissant quelquefois sous forme de sources naturelles, ou disparaissant dans l'intérieur de la terre pour reparaître au fond des mers, ces eaux obéissant toujours dans leur mouvement et leur équilibre aux lois générales de la mécanique.

La désignation, même approximative, des proportions dans lesquelles cette quantité totale des eaux tombées se distribue dans les trois contingents antérieurement indiqués est presque toujours impossible, car le problème renferme un grand nombre de variables, et l'assignation de valeur aux constantes dont ces variables dépendent présente presque toujours des difficultés insurmontables.

Les rapports que le savant ingénieur français, M. Vallès, a voulu établir entre la quantité de pluie tombée dans quelques grands bassins de la France et la quantité d'eau passée au courant souterrain et superficiel ne peuvent pas être admis, même approximativement, par les raisons ci-dessus indiquées. On peut admettre seulement, en général, que la quantité d'eau météorique qui passe au courant souterrain dépend, en premier lieu, de la perméabilité du sol et du sous-sol, eu égard à leurs conditions minéralogiques et géologiques, et ensuite de la pente, de l'état de la surface par rapport aux cultures, du régime des pluies, et que, considérant comme limites extrêmes, d'une part, une plaine constituée par le calcaire caverneux dont les bétoires absorbent, ou pour mieux dire, avalent tout le cours d'eau superficiel, comme ceux qui ont été cités par l'illustre ingénieur M. Belgrand, dans la Beauce, et par M. Bouvier dans le bassin de réception de la fontaine de Vaucluse, et, d'autre part, un terrain imperméable, ayant de fortes pentes, le premier laissera à peine couler l'eau pendant un court trajet, et l'autre au contraire fournira au courant souterrain un volume à peine sensible.

Les eaux qui pénètrent au travers des terrains perméables, ou des fissures ou crevasses de ceux qui sont imperméables, descendent, obéissant aux lois de la pesanteur et suivant la direction des moindres résistances. Les évolutions et les changements de direction, éprouvés par les eaux dans leur mouvement descendant, dépendront pourtant des résistances trouvées

dans le trajet parcouru au travers des terrains perméables jusqu'au moment où une couche imperméable arrêtera ou modifiera leur cours. Si cette couche inférieure offre une surface sinueuse, une partie de la masse filtrée pourra rester en repos, remplissant les vides de cette couche : mais le reste de cette masse continuera son mouvement descendant, toujours en rapport avec la forme et avec la pente de la surface sur laquelle cette eau circule, et avec le pouvoir plus ou moins absorbant de cette masse imperméable ; car il ne faut pas confondre le pouvoir absorbant avec la perméabilité.

Pour l'étude sommaire que je vais faire des eaux qui coulent au travers des couches intérieures des terrains, je réduirai ceux-ci à deux types principaux :

1° Cours d'eau souterrains à surface libre, c'est-à-dire cours d'eau dont la surface ne comporte d'autre pression que celle de l'atmosphère et qui sont comparables en cela aux eaux qui coulent à ciel ouvert ;

2° Eaux souterraines à cours forcé, c'est-à-dire eaux subissant en outre de la pression atmosphérique une autre pression dépendant de leur communication avec un dépôt d'eau situé à une hauteur plus élevée.

Je ne m'occuperai que des eaux de source appartenant à la première catégorie, car les eaux simplement ascendantes et les eaux artésiennes exigeraient à elles seules un article à part.

Parmi les cours d'eau souterrains à surface libre, il faut distinguer :

1° Ceux qui se produisent sur une couche imperméable plane ou ondulée, au travers d'une masse perméable formée de sables, graviers ou, en général, des détritus résultant de la décomposition des roches ;

2° Ceux qui ont lieu à travers les fissures et sinuosités d'un ordre quelconque, ouvertes dans les roches compactes, stratifiées ou non stratifiées.

Dans le premier cas, la masse liquide, se mouvant sur une surface ondulée, descendra lentement suivant la pente du lit sur lequel elle se meut, les filets d'eau d'un ordre moins élevé se joignant aux autres plus importants, formant des ramifications analogues à celles qui se produisent dans le mouvement des eaux coulant à ciel ouvert.

La vitesse dont ces eaux seront animées dans leur mouvement dépendra évidemment des pentes et des résistances trouvées dans le trajet parcouru. Si ces eaux coulaient sur une surface plane, imperméable et au travers d'une masse perméable et homogène, elles formeraient une couche d'une épaisseur uniforme.

Lorsque l'eau se meut au travers des fissures ou des sinuosités d'une forme quelconque existant dans la masse d'une roche imperméable, le régime de ce cours d'eau souterrain dépend de la forme et de la disposition de ces conduits intérieurs. Ces conduits pourront constituer un réseau confus si les roches n'offrent aucun indice de stratification, ou ils pour-

ront parfois offrir une certaine régularité dans les diverses couches ou dans les bancs, si ces roches sont stratifiées, et dans ces cas les fissures et les conduits intérieurs établiront généralement une communication directe entre ces divers bancs, sans qu'on puisse affirmer rien de précis sur la marche suivie par ces eaux dans leur mouvement.

Dans certaines formations géologiques, et spécialement dans les calcaires caverneux crétacés et jurassiques, ces sinuosités communiquent fréquemment avec des galeries plus ou moins larges et avec de grandes cavernes qui, dans plusieurs cas, offrent un lit à de vrais ruisseaux ou même à des rivières souterraines ou à des grands lacs constituant un système hydrographique communiquant avec le fond des mers ou avec les fleuves et les rivières coulant à ciel ouvert. Je pourrais citer plusieurs de ces cours d'eau étudiés par le baron de Humboldt en Amérique, par Spallanzani en Italie, et la belle étude de M. Bouvier sur la fontaine de Vaucluse, étude présentée au Congrès de l'Association française à Montpellier. En Espagne, je pourrais citer les sources du rio Gallo, qui fournissent la plus grande partie des eaux du Tage dans la première région de son cours, les sources du Guadiaro, de la rivière de los Santos et plusieurs autres dans les terrains crétacés et jurassiques qui abondent dans la péninsule ibérique.

Je vais maintenant m'occuper de la situation, volume et autres conditions générales des eaux qui se trouvent à l'état de repos ou de mouvement dans l'intérieur de la terre, d'après la connaissance préalable de la nature et de la configuration de l'écorce visible et d'après les conditions du bassin des eaux provenant directement des météores aqueux.

Dans cet abrégé d'hydroscopie je vais examiner successivement :

1° Conditions générales des terrains au point de vue de l'existence des eaux de source;

2° Lignes que ces cours d'eau souterrains suivent ;

3° Points les plus avantageux pour mettre au jour les eaux souterraines ;

4° Moyens de connaître la profondeur où se trouvent des eaux de source ;

5° Débit ou volume de ces eaux.

I. — *Conditions générales des terrains au point de vue de l'existence des eaux de source.*

Terrains éruptifs.— Lorsque les terrains éruptifs constituent des plateaux ou des versants peu inclinés, ayant à leur surface une masse détritique de quelque épaisseur procédant de la désagrégation de la même roche, de même que lorsque ces terrains présentent des fissures nombreuses, ils se laissent pénétrer par les eaux jusqu'à la profondeur de gisement de

la roche compacte. Ces terrains donnent naissance à plusieurs sources, lesquelles ont comme caractères distinctifs la faiblesse de leur volume, le défaut de fixité de leur cours, leur petite profondeur et l'inconstance de leur régime. Telles sont, par exemple, les sources qui se produisent dans les terrains granitiques, lesquelles, à cause de leur caractère superficiel, ne résistent pas généralement à une sécheresse un peu prolongée et reparaissent en grand nombre sous l'action des pluies peu abondantes.

Les terrains volcaniques de nature compacte et ceux qui sont formés par l'accumulation des laves, cendres et fragments de même origine ignée ne possèdent pas, en général, des conditions favorables pour la découverte des sources, car si elles constituent une masse de structure compacte et de nature imperméable, elles ne contiennent pas d'eaux de source et, la masse étant poreuse et crevassée, les eaux souterraines atteignent des profondeurs incompatibles avec une utilisation économique.

Terrains métamorphiques (gneiss, schistes micacés, argileux, chloritiques, calcaires cristallins, etc.). — Les terrains métamorphiques offrent des conditions de perméabilité très diverses. Si ces terrains forment des bancs, lorsqu'ils ont des eaux souterraines, celles-ci coulent sur les surfaces de séparation des diverses formations ou à travers les fissures existant dans les strates.

Dans le gneiss et les schistes cristallins les sources ont les mêmes caractères que dans les granits, c'est-à-dire qu'elles sont ordinairement nombreuses, peu abondantes et de régime très inconstant.

Dans les marbres et les dolomies métamorphiques, à cause des fissures et crevasses qu'elles offrent dans leur masse, les sources sont ordinairement abondantes et profondes.

Terrains de sédiment. — Les sources des terrains primaires et secondaires sont ordinairement plus abondantes que celles des terrains plus modernes.

Grès et sables. — Les grès et les terrains formés de couches alternées de sable et d'argile ou de marne, et les alluvions de peu d'épaisseur, se prêtent généralement aux travaux de découverte des sources, pourvu que la pente de la surface du terrain imperméable sur laquelle ces eaux coulent ne soit pas excessive.

Caractères de perméabilité des roches calcaires. — La plupart des variétés de la roche calcaire peuvent être qualifiées de roches perméables, à l'exception seulement de celles qui ont une structure compacte et homogène; elles sont pourtant presque toutes favorables à la découverte des sources.

Le tuf calcaire se prête, en vertu de sa porosité, à la formation des

sources, mais cette roche constitue en même temps un indice précieux pour leur découverte, car, ayant été produite par la sédimentation des eaux carbonatées d'une source, il n'est pas hors de propos de supposer que cette source ne doit pas être très éloignée.

J'ai déjà indiqué que certains calcaires crétacés et jurassiques offrent dans leur masse des séries de conduits de diamètres variables, communiquant entre eux et avec de larges galeries et de grandes grottes.

Les terrains constitués par les variétés de la roche calcaire et qui, en raison de leur structure, se désignent sous les noms de calcaire tubulaire, cellulaire, caverneux, calcaire à bétoires ou boit-tout, offrent comme caractère commun la présence d'un petit nombre de sources, généralement très abondantes et d'autant plus que leur nombre est plus restreint et que la surface qui constitue leur bassin de réception est plus étendue.

D'après les études de M. Bouvier, le débit annuel moyen de la fontaine de Vaucluse est de dix-sept mètres cubes par seconde, quantité énorme pour une seule source; mais ce débit s'obtient aux dépens des eaux souterraines d'un bassin de réception de 165,000 hectares, dans lequel on ne trouve nulle part des eaux de source et pas une seule goutte d'eau dans le courant superficiel, qui ne se produit que dans des circonstances exceptionnelles, d'une pluie torrentielle par exemple, et pendant un temps très court. J'ai eu l'occasion de jauger aussi, en Espagne, une source dans des conditions semblables, mais ayant un bassin de réception plus restreint que celui de la fontaine de Vaucluse. Cette source fournissait 2,043 litres par seconde en temps d'eaux moyennes. Elle est située dans la province de Valence et, dès son origine, prend le nom de « Rio de los Santos », de même que la Sorgue prend aussi son nom au gouffre même de la fontaine de Vaucluse.

II. — *Lignes que les cours d'eau souterrains suivent.* — L'abbé Paramelle, qui a traité ces questions avec une compétence exceptionnelle dans son excellent traité : *l'Art de découvrir les sources*, établit, comme principe fondamental de sa théorie sur la découverte des sources, que les lignes que les cours d'eau souterrains suivent, ne diffèrent pas, dans leur direction générale, ni dans le système qu'ils affectent, de celles des cours d'eau visibles. Il suppose, au surplus, que, dans les terrains stratifiés, les assises qui constituent les deux versants de la vallée sont généralement inclinées dans le même sens que ces versants, plongeant les uns et les autres dans le sens du thalweg qui marque la direction suivie par les eaux qui coulent à ciel ouvert. L'abbé Paramelle synthétise ses théories sur ce thème, en établissant que, dans chaque vallée, vallon, défilé, gorge et pli de terrain, il y a un cours d'eau apparent ou caché.

Il serait assez facile de démontrer que l'habile hydrologiste a donné à

sa théorie une généralité excessive, car l'étude géologique des terrains offrira bien plus de cas qu'il ne cite de discordance des thalwegs extérieur et souterrain. Il y a cependant de l'intérêt à examiner les cas les plus fréquents qui se présentent dans les terrains stratifiés et auxquels sont dus précisément les grands succès de la pratique de l'abbé Paramelle.

Lorsque le fond des vallons ou des gorges, et tous les autres plis du terrain imperméable sont recouverts d'un prisme d'alluvions, les accidents topographiques du sol détermineront la direction du thalweg souterrain. Si la masse perméable des alluvions placée dans le fond du vallon a une épaisseur suffisante, les eaux couleront par le point le plus bas et la couche d'eau atteindra une hauteur qui doit varier avec la pente générale, avec l'étendue du bassin de réception des eaux de pluies, avec la perméabilité des versants, avec le régime des pluies, etc. Si les deux versants sont à peu près également inclinés, la ligne du thalweg souterrain occupera le point moyen de la vallée inférieure; lorsque l'un des versants est plus incliné que l'autre, le thalweg souterrain sera plus près du premier; et finalement, lorsque l'un des versants a les assises fortement inclinées ou presque verticales, les eaux couleront à sa base et dans le point le plus distant de l'autre berge.

Si le massif sur lequel les alluvions reposent est perméable, les eaux souterraines se partageront entre les couches inférieures de l'alluvion et le point le plus bas de la roche perméable sous-jacente. Il est évident que la quantité d'eau qui passera au courant inférieur sera d'autant plus considérable que la pente longitudinale du thalweg sera moins forte.

III. — *Points les mieux indiqués pour la découverte des sources.* — Tous les points de la ligne que les eaux souterraines parcourent ne sont pas également avantageux pour les mettre à jour. Si les eaux coulaient parallèlement à la ligne du thalweg visible, il est évident que la concordance entre les hydrographies souterraine et extérieure étant admise, les cours d'eau souterrains se trouveraient toujours à la même profondeur; mais ces lignes de réunion offrant rarement les mêmes pentes, surtout dans les versants où le terrain offre plusieurs plis, il devient nécessaire de choisir le point le plus favorable pour mettre ces eaux de source au jour. Ordinairement le thalweg intérieur offre des pentes plus constantes et plus uniformes que le thalweg visible, car celui-là n'est plus exposé à l'action des causes qui modifient le lit du cours d'eau extérieur.

Selon l'abbé Paramelle, les points où les cours d'eau souterrains ont la moindre profondeur sont les suivants :

1° Le point central et le plus bas du premier pli du terrain où se

réunissent tous les filets liquides provenant d'un bassin élémentaire qui a ordinairement la forme d'une plage ou d'un cirque;

2° Le bas de chaque pente du thalweg visible;

3° Le point situé près de son embouchure.

L'élection de ces points, indépendamment du volume plus ou moins grand des eaux fournies, ce que j'examinerai bientôt, aura toujours l'avantage de rendre l'accès à la source plus facile, puisqu'il faudra percer une moindre épaisseur du terrain perméable, et fournira toujours les eaux plus resserrées, car ces points correspondront généralement aux rétrécissements du vallon.

Sources des montagnes. — On peut dire, en général, que l'on ne pourra trouver des sources dans un endroit: montagne, plateau, versant ou basse plaine, lorsque le terrain, situé au-dessus de la courbe de niveau qui passe par ce point, n'aura pas un bassin assez étendu d'alimentation et les conditions de perméabilité et de pente nécessaires.

Les montagnes ou les collines, terminées par un plateau assez étendu, faiblement incliné et couvert d'une couche perméable de quelques mètres d'épaisseur appuyée sur une autre couche imperméable, offrent, dans la plupart des cas, une source dans le point le plus bas. Si les assises des bancs sont également inclinées sur les deux versants, les eaux souterraines prendront indistinctement la direction de l'un ou de l'autre de ces versants. Si ces bancs plongent d'un côté, il faudra chercher les eaux de ce côté, et, en général, l'examen de la stratigraphie et de la disposition des bancs imperméables servant de lit aux eaux souterraines fournira presque toujours des indications assez précises pour le meilleur emplacement des travaux de fouille.

IV. — *Profondeur des sources.* — Si, comme le fait l'abbé Paramelle, nous nous référons de préférence aux eaux souterraines qui coulent au travers des alluvions dans le fond des vallons plus ou moins ouverts, il faudra distinguer les sources qui dégorgent naturellement ou artificiellement dans un ou plusieurs points du thalweg visible de celles qui restent constamment cachées.

Dans le premier cas, les points où la source apparaît à l'extérieur pourront donner, au moyen d'un nivellement, la pente générale de la ligne du thalweg souterrain, laquelle ne différera que bien rarement de celle du thalweg visible. Cette pente étant connue, il sera facile de calculer approximativement la profondeur à laquelle il faudra faire arriver les fouilles dans le lieu choisi pour mettre les eaux à découvert. Il va sans dire que lorsque la source naturelle ou artificielle visible sera ascendante, le nivellement devra être repéré au fond du conduit par lequel ces eaux montent à la surface.

Lorsque la source reste constamment cachée dans toute la longueur de la ligne du thalweg, ou lorsque les eaux dégorgent à une grande distance du lieu choisi pour les mettre au jour, on peut encore déterminer *à priori* l'épaisseur maximum de la couche des alluvions à traverser. Cette épaisseur est ordinairement déterminée par l'arête d'intersection des deux berges opposées. La pente des berges étant uniforme, la profondeur de la source s'obtiendra au moyen d'un simple nivellement de ces berges.

La résolution générale du problème, qui a pour but de déterminer la profondeur des sources qui se forment dans les plateaux et dans les versants, est presque toujours très difficile, car ce problème comprend une question géologique, qui n'est pas toujours bien définie, et en même temps une question de calcul d'autant plus compliquée que la surface de la couche imperméable, sur laquelle les eaux coulent, est plus inégale et plus irrégulière. Si cette surface était plane, on la déterminerait aisément au moyen de trois sondages et en résolvant pour un autre point quelconque un problème facile de plans cotés.

V. — *Volume ou débit des sources.* — Le volume des eaux de source ne peut être déterminé *à priori* qu'avec une certaine approximation, car, la perméabilité des terrains dépendant de leur constitution minéralogique et géologique et des accidents topographiques, les conditions climatologiques et plusieurs autres causes dont ce volume d'eau dépend sont extrêmement variables, même dans le cas où le bassin de réception des eaux météoriques qui donnent lieu à la source est connu. L'abbé Paramelle reconnaît aussi l'indétermination du problème et donne le minimum ordinaire du volume des sources d'après les résultats obtenus dans sa longue expérience. Il pose la question dans les termes suivants : « Dans les plateaux qui sont recouverts d'une couche de terrain détritique de deux à sept ou huit mètres d'épaisseur et reposant sur une couche imperméable, convenablement inclinée, chaque surface d'environ cinq hectares produit, dans le temps de sécheresse ordinaire, une source débitant quatre litres d'eau par minute. A partir de cette quantité, qui est le produit ordinaire des terrains les plus favorables aux sources, on trouve, selon les différentes localités, des terrains qui, à raison de leur porosité, disposition ou compacité, produisent des quantités d'eau qui varient depuis le volume indiqué pour cinq hectares jusqu'à zéro ».

Au type indiqué par l'abbé Paramelle de quatre litres par minute pour cinq hectares correspond un débit continu de 0,8 litres par minute et hectare, ou 80 litres par minute et kilomètre carré. L'unité de temps étant la minute seconde à ce type correspond par hectare une production d'eaux de source de 0,01333 litres et de 1,333 litres par kilomètre carré.

La production moyenne d'eaux souterraines du bassin de réception de la fontaine de Vaucluse est de 10,30 litres par seconde et kilomètre carré, c'est-à-dire, presque dix fois plus grande que dans le bassin type de l'abbé Paramelle. Il est vrai aussi que les terrains de calcaire néocomien de ce bassin ont partout des bétoires qui absorbent la totalité des eaux de pluie, et, comme je l'ai déjà indiqué auparavant, ces terrains constituent la limite supérieure de l'échelle de perméabilité.

Je laisserai de côté l'examen des indices d'humidité dans le terrain, considérés comme moyen de découvrir les sources, car ces indices n'ont, en général, qu'une importance très restreinte. Je ne m'occuperai pas non plus des différents systèmes en usage pour mettre au jour les eaux souterraines, tels que le système de barrages souterrains, le système de puits et galeries, le système des *Fontanile* de Lombardie, car ces développements exigeraient plus de temps que celui dont je dispose maintenant.

Je terminerai en rendant compte d'un phénomène remarquable concernant la production artificielle de sources, qui se vérifie, depuis les temps de la domination arabe en Espagne, dans la région supérieure de la rivière Guadalfeo, qui a son embouchure à la côte de Malaga.

Dans les glaciers mêmes de la Sierra Névada prend origine un petit canal qui conduit les eaux procédant du dégel au long du faîte de la montagne et rattache, dans la longueur d'une lieue à peu près, onze plateaux qu'on sème tous les ans de seigle. Le plus grand de ces plateaux a une étendue d'un hectare et demi et les autres environ d'un demi-hectare chacun. Ces glaciers, qui ont leur versant du côté du petit bourg de Mécina de Buenvaron, ne sont pas perpétuels : ils disparaissent au mois de juillet, précisément à l'époque où les eaux sont le plus nécessaires pour les irrigations. Pendant la période du dégel, qui dure depuis le mois de mars jusqu'à la fin du mois de juin, ce canal reçoit deux fois par semaine les eaux du ravin de Berchul, de sorte qu'à la suite d'un dégel rapide les eaux coulent avec une abondance excessive, car ces eaux, dégorgeant par une des berges du canal, se répandent sur les plateaux qu'elles trouvent dans leur trajet, s'imbibant jusqu'à saturation dans les schistes qui en forment le sol. Le plateau le plus grand absorbe quatre fois la quantité totale de l'eau nécessaire pour remplir la rigole de conduite et les plateaux moindres absorbent une quantité d'eau proportionnelle à leur étendue. Vingt jours après la saturation de ces plateaux, appelés *cimas* dans la localité, l'eau absorbée jaillit à une distance horizontale de dix mille pieds du lieu où elle fut versée, et ayant parcouru au travers des assises schisteuses un trajet vertical proportionné à la forte pente des versants de la montagne. Avec les eaux ainsi obtenues, on arrose les deux cents hectares de terrain qui forment la *Véga* très renommée de Mécina de Buenvaron.

M. Léonce BERGIS

Président honoraire de la Société d'horticulture et d'acclimatation de Tarn-et-Garonne.

LUTTE POUR LE VIN

Péripéties et vicissitudes d'un petit vignoble d'études, Méridien de Paris. 44° Latitude Nord

— Séance du 2 avril 1888 —

L'étude et la science nous fournissent des lumières pour nous guider dans les questions encore inexplorées de l'agriculture, particulièrement pour combattre les maladies nouvelles ou inconnues qui viennent assaillir les végétaux ; grâce à ces lumières plus ou moins assurées ou vacillantes, nous pouvons poursuivre nos essais ; par malheur, les éléments du problème agricole sont complexes et le résultat ne répond pas toujours à nos efforts, mais enfin, la pratique parle à son heure et, de même que le soleil levant éteint tous les autres flambeaux, elle reste seule, directrice obéie et souveraine absolue ; c'est pourquoi les pays menacés par des fléaux, s'informent dans les régions qui sont depuis longtemps aux prises avec le mal, et c'est un devoir pour les praticiens de ces régions de faire connaître les résultats de leurs recherches.

Un vigneròn novice fut un jour mandé dans son vignoble, par son métayer, pour s'entendre proposer de défricher moitié de sa vigne, sous le prétexte que la terre était de force à produire des céréales, alors que l'oïdium détruisait les raisins au point de rendre la récolte absolument nulle.

L'argument était spécieux, l'innocent dit oui, et le verdict insensé reçut exécution.

Mais son esprit une fois mis en éveil, le propriétaire de la vigne étudia la question ; il apprit que le soufre paraissait devoir arrêter les ravages de l'oïdium, il essaya, il réussit, si bien qu'au bout de peu d'années, la moitié de la vigne cultivée avec soin, produisit, malgré qu'elle se trouvât dans le plus mauvais terrain, dix fois autant que donnait la partie cultivée en céréales ; d'où suit qu'arracher une vigne adulte, lorsqu'elle ne demande qu'à fructifier, c'est proprement faire comme Gribouille.

Bien souvent, le vigneron dont il s'agit, a fait son *meâ culpâ* du malencontreux défrichement, mais comme il ne faut pas garder rancune à des leçons bien méritées, en fin de compte, il sait gré à la mésaventure qui le jeta dans la vie agricole ; car, si elle n'enrichit pas tous ses adeptes,

elle donne, du moins, la satisfaction de s'être dépensé en bonne volonté; d'ailleurs Gœthe, après Aristote, n'a-t-il pas dit : le noble métier de l'agriculture. Quoi qu'il en soit de ces considérations, voici comment le travail de rénovation fut conduit dans la vigne échappée au massacre.

Cultivés ou négligés, suivant l'usage, non certes général, mais trop répandu dans nos contrées, quatre hectares de vignes donnaient chacun, bon an mal an, 20 à 30 hectolitres de vin; l'oïdium survenant, la récolte fut réduite d'année en année jusqu'à devenir absolument nulle. C'est à ce point que le vigneron entreprit, tout à la fois, l'apprentissage du métier et le relèvement du vignoble; le soufre, la taille Guyot, les engrais furent simultanément appliqués, les raisins reparurent, ils vinrent à maturité; l'ancien produit fut quintuplé, mais cela coûta cher et les vins furent inférieurs comme qualité à ce qu'ils avaient été autrefois, avant les innovations.

Naturellement les partisans du *statu quo* en toutes choses prirent texte et surtout prétexte sur cette insuffisance, pour dénier toute valeur au système Guyot, c'était compter sans l'hôte : d'abord, tout en restant aussi considérable, le produit de la vieille vigne s'améliora d'année en année pour redevenir, comme qualité, l'équivalent au moins de ce qu'il avait été ; puis, en même temps que le vigneron poursuivait l'amélioration de la vieille vigne, il avait créé de toutes pièces un petit clos d'un hectare complanté en fins cépages Furmint de Hongrie, pinots de Bourgogne, malbec, merlot, verdot, cabernet du Médoc, petite syrrah de l'Hermitage, puisés aux meilleures sources : chez feu Bouchereau, à Carbonieux (Gironde); chez M. le comte de la Loyère, au château de Savigny (Côte-d'Or) ; non pas, disons-le tout de suite et bien haut, que le vigneron ait jamais nourri la présomptueuse ambition de vouloir faire dans le Tarn-et-Garonne des vins de Tokey, de Pomard, de l'Hermitage ou du Médoc, mais avec l'espoir, à coup sûr légitime, de constater que chez nous, comme partout ailleurs, les fins cépages donnent un produit supérieur et préférable à celui que donnent les cépages d'abondance, cela ne saurait être contesté; puis pour rechercher directement si l'augmentation de valeur peut compenser la diminution dans la quantité produite?

C'est là le véritable nœud de la question et la réponse ne se fit point attendre : bien conduits, les fins cépages produisent autant que la moyenne récolte obtenue dans la généralité des vignobles de la contrée, et la supériorité du vin obtenu avec ces cépages, n'est contestée par personne.

Il est cependant nécessaire, ici, de spécifier, pour ne point tomber en danger d'interprétations vétilleuses qui se sont déjà produites. Cultivés dans le même milieu et dans les mêmes conditions, les fins cépages susnommés donnent un vin supérieur à celui résultant des cépages généra-

lement cultivés dans le pays; ce qui ne veut pas dire qu'il n'y ait pas dans la région, des vignobles privilégiés, favorisés par le sol, l'exposition, la sélection parmi les cépages indigènes, l'habileté du vigneron, du viticulteur, du maître de chai; lesquels vignobles doivent à la réunion de ces conditions exceptionnellement favorables, l'avantage de produire des vins justement appréciés et recherchés. Cela n'infirme en rien l'influence du cépage sur la nature comme sur la qualité du vin et rien ne prouve que les fortunés possesseurs des crus exceptionnels dont les produits seraient des vins *de castello* outre monts et de château, en Médoc, ne se surpasseraient pas eux-mêmes en substituant les fins cépages à ceux qu'ils cultivent.

Dans le vignoble d'études qui est le sujet de ces lignes, les fins cépages qui ont donné beaucoup de très bon vin étaient cultivés à longs bois suivant la méthode Guyot; ce résultat était facile à prévoir, puisque c'est dans le pays des fins cépages par excellence, les pinots de Bourgogne, que le célèbre docteur pratiquait les procédés qu'il nous proposait comme modèles à suivre. Au reste, le maître ne se montrait en aucune façon exclusif, bien au contraire, puisque tout au long de ses voyages et des livres remarquables qui en furent les fruits, on l'a pu voir s'enthousiasmer sur toutes les belles conduites de vignes qu'il trouvait à tout bout de champ. Un des premiers, sinon le premier, il a publié les descriptions de la forme en chaintres pour la vulgariser, et aussi les formes en cordons: Casenave, Marcon, etc., qui détrônent la forme Guyot. Le maître ne dédaignait pas, même d'accorder en passant quelques bienveillantes paroles à des essais encore informes qu'il signalait comme encouragements aux vignerons indolents pour les pousser dans la voie des recherches et des essais fructueux; c'est ainsi qu'on peut voir, tome I, p. 409, Guyot, *Étude des vignobles de France* (1868), comme il rend compte d'une visite dont il honora le vignoble dont il est ici question.

Les opuscules: *Lutte pour le vin*, 1885, 1887, donnent le détail des résultats fournis par diverses méthodes expérimentées comparativement; il en résulte comme une sorte de classification par ordre de spécialités, dans laquelle chaque procédé apparaît avec ses inconvénients, ses avantages, ses applications particulières et diverses:

1° *Souche à bras multiples et à courson ordinaire*, appliquée à certains sols et cépages, spécialement et admirablement adaptés les uns aux autres: Aramont en Languedoc, folles dans les Charentes, etc., etc.

2° *Taille lumineuse du Médoc* portant sur chaque bras: (a) *Aste* qui se règle sur la vigueur du cep et ménage en même temps la vigueur future, de manière à maintenir un équilibre régulateur de la production; (b) *cot. Cabalet*, dont la mission est de préparer la récolte qui doit succéder à la récolte pendante; (c) *cot. en retour*, garantie contre les accidents; c'est la

méthode par excellence, partout où on voudra conserver dans tout son éclat un vieux blason de noblesse viticole; parce que c'est elle qui permet d'obtenir la plus haute comme la plus régulière perfection du fruit.

3° *La culture en cordons Cazenave* conduit à des produits très élevés comme quantité et aussi d'une grande perfection; ces résultats avantageux sont obtenus avec économie, par suite de la substitution du fil de fer aux ruineux échalas. Les portants posés sur le cordon peuvent être conduits comme il faut pour faire bénéficier cette forme de tous les avantages de la taille du Médoc, et, dans son ensemble, la forme Cazenave paraît répondre pleinement aux besoins de tous les vignobles de conditions moyennes pour lesquels une forme spéciale n'est pas imposée par des données ou dans un but exceptionnels.

4° *Le procédé Marcon* peut être considéré comme une sorte de procédé Cazenave exagéré ; il donne des quantités fabuleuses de raisins, mais il serait téméraire de lui demander en sol moyennement fertile, une durée normale de la souche. Cette conduite semble devoir être réservée aux sols très riches dont on veut obtenir des flots de vin destinés à la chaudière avec des folles, des noha, ou autres cépages analogues.

5° *Enfin la chaintre*, applicable partout sauf, paraît-il, dans les sols herbeux, suivant une observation due à M. le vicomte de Ferron, qui étudie la chaintre en grand et de très près. La chaintre paraît devoir régner sans rivale dans les régions montueuses formées de roches fendillées, où, du reste, elle s'est de tout temps spontanément produite; mais en sol ordinaire, plaine ou coteau, il faut savoir s'en servir; la chaintre demande à être suivie avec persévérance, avec suite et volonté; un peu d'entêtement n'y messied pas. C'est affaire de main de maître; jusqu'à nouvel ordre, la main du mercenaire lui est hostile; elle demande à être abordée avec circonspection, et la place ou espace dans les cultures doit lui être mesuré, au début, d'une main avare ou, du moins, parcimonieuse. On a vu ou cru voir le berceau de la chaintre dans un village de la Touraine; de fait, un brave vigneron tourangeau a élevé des chaintres bien réussies, avec des côt. vert.; et il a eu des imitateurs. Le père Denis avait véritablement découvert la chaintre, il l'avait utilisée; mais, telle qu'on l'a démontré, suivant la méthode liée à son nom, elle semble ne s'appliquer qu'aux cépages qui veulent la taille à long bois, au lieu qu'elle convient, aussi parfaitement, aux variétés de vignes qui demandent la taille courte; seulement l'éducation de la souche réclame quelques précautions particulières à chacune des deux conditions; les vignerons comprennent cela sans qu'il soit nécessaire d'y insister.

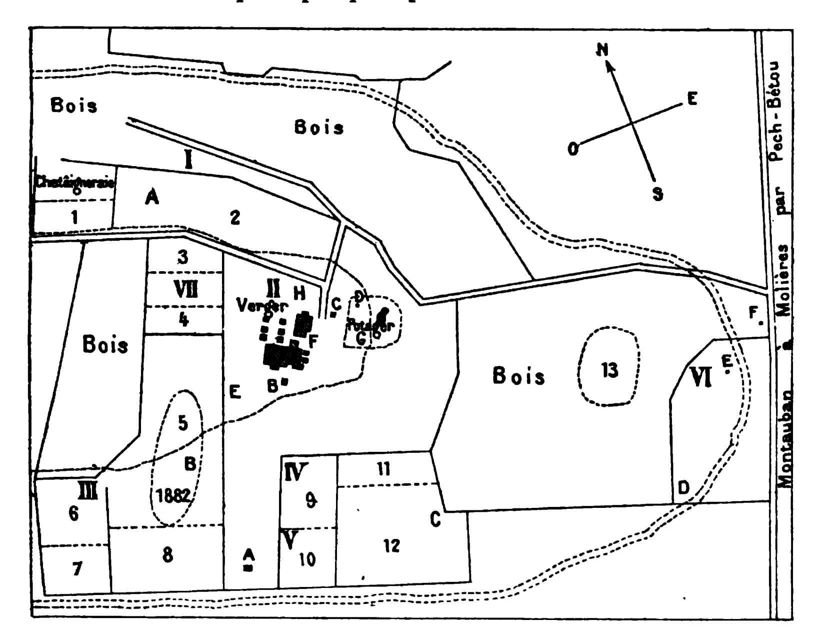
Au cours du récit, un détail est resté en oubli, il a sa valeur et mérite d'être noté. On a vu que pour restaurer la vieille vigne, les moyens furent: le soufre, la taille, les engrais; ce dernier point est demeuré dans le

vague. Or, l'engrais ne fut pas appliqué au même moment sur tous les points du vignoble et la différence des résultats obtenus a prouvé, d'accord avec les présomptions rationnelles, qu'il faut fumer, au préalable, pour obtenir de la vigueur avant de demander les gros produits ; cela fait, une fumure d'entretien suffit pour maintenir, à la fois, vigueur et récolte abondante. Si, au contraire, on demande beaucoup par la taille, avant d'appuyer la végétation avec des engrais, la vigne ne refuse pas le gros produit qu'on lui demande, mais elle reste paralysée dans sa fertilité future, et on ne réussit à la rétablir qu'au prix de copieuses fumures compliquées de beaucoup de temps perdu sans récoltes. Les fumures préventives sont ce qu'il y a de plus ménager.

Voilà où en était notre viticulture militante, lorsque survint le phylloxera. Le malheur commun qui unit parfois ceux qui sont attaqués pour les associer dans une commune résistance, n'a malheureusement pas eu dans cette affaire des conséquences aussi souhaitables ; à peine le sinistre était-il déclaré que les victimes perdirent à qui mieux mieux leur temps et leur raison en disputes vaines sur l'origine du mal : pour les uns, MM. Planchon, Millardet, etc., le parasite était cause du désastre, et comme preuve à l'appui de son dire, l'éminent professeur de Bordeaux, donnait la mort ou rendait la vie à des souches séquestrées, suivant qu'il leur inoculait le mal ou qu'il les en débarrassait ; cet argument, qui n'est pas sans valeur, il en faut convenir, ne réussit cependant pas à persuader tout le monde, puisqu'on a vu et on voit encore chaque jour, à vingt ans de distance, surgir quelque procédé avec péremptoire démonstration faisant voir magistralement que le sol est las de produire du vin ? En somme, et quoi qu'il en soit, l'opinion au début du mal était scindée en deux : ceux pour qui le phylloxera tue la souche, ceux pour qui le phylloxera ne survient que par suite de l'état de dépérissement dans lequel la souche est tombée. Brochant sur le tout, les vignes américaines survinrent au milieu du conflit pour nous offrir leurs séduisants services de résistance au phylloxera, mais nous étions solidement protégés contre toutes les tentations et les sortilèges de ces intruses : le fer, le feu, la flamme ; l'inquisition au grand complet faisait bonne garde. Que devenir en de pareilles conjonctures, pour ne pas rester inerte en face de l'ennemi ? Essayer la seule chose permise, planter des *vinifera* en terre vierge ; ainsi fut fait, bien qu'on en eût, en dépit de toute confiance et non sans protester contre les empêchements à mieux faire. (*Lutte*, 1885, p. 63 et *Vigne américaine*, 1880, n° 12.)

La résolution de planter une vigne en sol vierge de toute culture vigneronne étant prise, il s'agissait de trouver une place remplissant bien cette condition ; la terre de Pech-Bétou, près Molières (Tarn-et-Garonne), se présenta comme parfaitement convenable : un plateau (enclos pointillé

simple) long d'environ 150 mètres, large de 100 mètres, orienté du nord au sud dans le sens de sa longueur, s'avance comme un promontoire dans la vallée de l'Emboulas, qu'il domine de 40 mètres environ ; à partir du plateau, le sol s'infléchit dans toutes les directions suivant des pentes plus ou moins rapides jusqu'au niveau du val (enclos pointillé double). Ces pentes se trouvent ainsi confronter à toutes les expositions, sauf celle du nord-ouest, parce que le plateau se prolonge en arête jusqu'à la rencontre du contrefort principal qui sépare la vallée de l'Emboulas de celle



Explication de la figure. — 1, 2, Américains franc de pied. — 3, Collection française, sulf. de carb. — 4, 11, Cabernet, sulf. de carb. — 5, 12, 14, Américains greffés ou franc de pied. — 6, Chaintres, cot vert, sulf. de carb. — 7, Herbemont. — 8, Ondant, Mourvèdre, sulf. de carb. — 9, York's Madeyras. — 10, Jacquez. — 13, Américains.
Collections américaines : I. Silice argileuse. — II. Silice argileuse, sous-sol gravier ferrugineux. — III. Silice aride sur roche marneuse. — IV. Argile compacte. — V. Silice argileuse calcaire. — VI. Argile siliceuse, traces de fer. — VII. Même sol que II, Greffes à affranchissement.

de la Lupte, sa voisine. La portion sud-est du plateau, sur une largeur de 100 mètres, et les pentes, sur une largeur moyenne de 100 mètres formant ceinture autour du plateau, étaient en terres arables ; cette portion cultivée émergeait du milieu des bois, dont les lisières mal définies et délimitées envahissaient le labour, comme aussi le labour pénétrait dans les bois, le tout entremêlé d'un ensemble irrégulier de friches ; c'est dans cette zone, encombrée de vieux troncs de chênes desséchés et de châtaigniers plus que séculaires tombant en ruines, vieux et irrécusables témoins que jamais souche de vigne ne vécut en ce sol, c'est là, que le vignoble fut établi.

Tout marcha pour le mieux, les expériences sur les cépages, les formes, les soins et méthodes divers, déjà faites ailleurs, se reproduisirent avec la sécurité que donne l'expérience et confirmèrent les résultats déjà enregistrés. C'est dans ces conditions qu'on attendit, non sans peur, la venue de l'ennemi. Il vint, impassible et impitoyable comme la mort qu'il porte avec lui; il fit son entrée dans ce vignoble, âgé en moyenne de quinze ans, tout comme dans les vignes vieilles d'un siècle, il y accomplit son œuvre aussi rapidement que dans les sols où de tout temps il n'a été cultivé que des vignes; la question du sol vierge se trouve par là jugée.

Un clos de 2 hectares A, exposé au nord et complanté en pinots, syrahs, cabernets; un clos de 2 hectares B, établi sur le plateau et sur le penchant sud-ouest, complanté en cabernets, ondants, négret, milland, chasselas, malbec, verdot, etc., etc; un clos de 1 hectare C, occupant la pente sud, et complanté en variétés diverses; une collection de 500 variétés; le tout en sols divers, marneux, sableux, argileux, calcaires, etc., etc. Les souches sous toutes formes: ordinaire, cordons, chaintres, etc., tout pêle-mêle, a eu des taches rapidement grandissantes qui ont bientôt opéré leur jonction entre elles, laissant le vide à leur suite sans prédilection ni partialité d'aucune sorte. Ne comptons donc pas plus sur les grandes formes de souches que sur les sols vierges pour résister au phylloxera.

Concurremment au terrible ravageur, à peu près tous les autres maux ont assailli le vignoble d'études; l'année 1882 fut féconde en nouveautés plus ou moins menaçantes; jusque-là, on disait: la maladie, et tout le monde comprenait: l'oïdium; depuis cette époque, on dit: les maladies; il faut des explications pour s'entre-comprendre et on n'aboutit pas toujours à comprendre ou à être compris.

Pour suivre les incidents ou accidents qui ont défilé dans le vignoble d'études, il faut préciser la nature des sols qui sont variables sur les divers points, sans cela on ne saurait mesurer l'influence que peut avoir eu le terrain sur les événements.

Le plateau supérieur, qui est à peu près horizontal et autour duquel le sol s'infléchit, est entièrement composé d'argile compacte très légèrement siliceuse sur certains points; dans les bas-fonds la silice domine. Le sous-sol n'est point partout le même; dans la pente sud-ouest, il est marneux et calcaire; dans la partie la plus basse, à l'exposition du levant, région D, on trouve des traces de fer; l'argile du plateau repose sur un gravier sableux dont la nuance rougeâtre dénonce aussi la présence du fer. Le sol arable participe pour chaque région ou zone, de la nature du sous-sol; cela s'explique par l'action continue des labours qui ont soulevé le sol des couches profondes en plus ou moins grande quantité et l'ont mélangé en proportions diverses avec la terre cultivée.

Les variétés de sols, qui résultent de ces mélanges, faits avec les cou-

ches, à l'origine superposées, maintenant combinées de certaines façons diverses, ont permis, dès qu'il a été possible d'introduire des vignes américaines, d'établir en des sols différents plusieurs exemplaires d'une collection comprenant environ 80 variétés de cépages du nouveau monde, choisis parmi les plus estimés; chacune de ces collections, qui sont au nombre de sept est ainsi cultivée dans un sol différent de ceux dans lesquels sont cultivées les six autres collections.

Le degré de vigueur de chacun des sujets, constituant ces collections diverses, a été relevé scrupuleusement chaque année; de ce travail il résulte un classement d'affinité de chacune des variétés de vigne pour chacun des sols; on trouvera, ci-après, un tableau qui donne le résumé de ces observations; les planteurs de vignes américaines peuvent y puiser des indications utiles pour le choix à faire parmi les variétés, suivant le sol dont ils disposent et qu'il s'agit de peupler. On relèvera quelques divergences entre les résultats fournis par ces constatations et les classements du même genre fournis par les auteurs; c'eût été, pensons-nous, une faute de faire disparaître ces divergences; chaque observateur doit donner naïvement le résultat de ses observations tel qu'il l'a obtenu, et il faut laisser à l'usage le soin de sélectionner les renseignements divers. Quelques discordances n'impliquent pas des erreurs; des sols très analogues peuvent présenter des différences qui, bien qu'elles soient très légères, ne laissent pas d'influer notablement sur certaines plantes; durant bien des années, sans doute, les vignerons devront user avec circonspection des conseils d'une expérience qui n'a pas encore reçu la consécration du temps. C'est pourquoi il serait de la plus grande utilité ou importance que les vignobles encore indemnes fussent autorisés à consulter les puissances de leurs terrains par des plantations expérimentales directes, sous réserve, bien entendu, de toutes les précautions de garantie à prendre pour ne pas importer l'insecte.

Comme il se voit dans le tableau des observations comparatives faites depuis cinq ans dans le vignoble d'études, les sols des collections sont :

I. Silice argileuse;
II. Silice avec sous-sol de gravier ferrugineux ;
III. Silice aride sur roche marneuse;
IV. Argile compacte;
V. Silice argileuse calcaire ;
VI. Argile siliceuse avec traces de fer;
VII. Même sol que II, greffes à affranchissement.

Cela entendu, il faut suivre le récit. Les vieux ennemis, qui ne deviennent qu'exceptionnement des fléaux, se sont montrés en assez grand nombre dans le vignoble d'études: le folletage, le pourridié, l'érinose, qui n'a

peut-être pas dit son dernier mot, l'attelabe, l'oïdium, le gribouri, l'altise et la pyrale, mal famés ailleurs, ici peu préjudiciables ; le broussin, la chlorose, cette dernière en des proportions menaçantes. Telle est à peu près la liste des anciens maux qui ont été constatés; les auteurs les décrivent et indiquent des remèdes pour chacun d'eux.

Voici les nouveautés! au printemps 1881, dans une terre argileuse cultivée pour potager, furent semées des graines de vignes américaines: Herbemont, Æstivalis, Jacquez, Marion, Riparias, etc., origine Vilmorin. en sol sain, exposition bien aérée, sur la lisière sud-est du plateau supérieur, au point G; le semis leva bien et prospéra. Dans les premiers jours de septembre, par un temps sec, et sans doute, avec un peu de rosée matinale, les jeunes Jacquez, qui occupaient la première planche du semis vers le sud-ouest, montrèrent tout à coup l'entier verso de leurs feuilles couvert de l'inflorescence blanche à reflets hyalins, caractérisque du mildew; trois jours après, toutes les feuilles de cette variété tombaient en poussière, ce fut foudroyant. A cette époque, il n'y avait sans doute pas une souche américaine dans un rayon de 25 kilomètres autour du semis en question; des Herbemont, qui occupaient la planche contiguë à celle des Jacquez, eurent seulement quelques rares feuilles touchées sur les très rares pieds qui furent atteints par le mal; un jeune prunier et un groseillier à maquereau, qui occupaient le bout de la planche des Jacquez furent frappés violemment, ils perdirent leurs feuilles; quelques pieds de potirons d'Étampes, voisins du semis, eurent le même sort, leurs feuilles furent fortement attaquées, ainsi que celles d'autres pieds de la même plante, distants de trente à quarante mètres du foyer du mal, c'est-à-dire des Jacquez, car, il n'est pas douteux que sans la venue des Jacquez, ni potirons, ni prunier, ni groseillier, n'auraient eu de mal. Les potirons étaient extrêmement vigoureux, la nuance vert sombre de leur végétation contrastait vivement avec l'éclatante blancheur de l'épais feutrage qui couvrait le dessous des feuilles; c'eût été superbe, s'il eût été moins triste; les feuilles des potirons se desséchèrent comme celle des Jacquez, leurs fruits tombèrent en pourriture, et, au bout de quelques jours, chaque pied de potiron n'était plus qu'un tas de fumier.

Ces accidents divers, qu'il n'est pas possible d'attribuer à des causes différentes et qui se produisirent avec une parfaite simultanéité, n'affectèrent cependant pas les mêmes formes sur toutes les victimes : sur les feuilles de potiron et sur celles de Jacquez, le feutrage fut blanc, épais, éblouissant; sur le groseiller et le prunier, les feuilles étaient ternies par une couche poudreuse, grise, cendreuse, parsemée de points noirs; les feuilles du prunier tombèrent très prématurément, celles du groseiller persistèrent presque comme à l'ordinaire.

L'année suivante, 1882, année la plus chargée en surprises stupéfiantes,

malgré que les jeunes Jacquez eussent été enlevés de la pépinière, le mal reparut sur toutes les plantes, touchées en 1881. Sur le prunier et le groseiller le mal est allé en décroissant d'année en année ; ils sont aujourd'hui absolument guéris ; au contraire, les potirons, semés dans cette région, sont devenus de plus en plus malades et il a fallu cesser d'en cultiver là. On peut noter encore certaines variantes, d'où il semble résulter que le mal se modifie suivant le degré de résistance qu'il rencontre dans les divers végétaux, ou suivant leur nature; ainsi, en 1881, le feutrage était apparu brusquement, sur les potirons comme sur les Jacquez et avec le caractère bien tranché du feutrage blanc pur au verso des feuilles ; les années suivantes, il s'est montré pendant toute la durée de la végétation, successivement et par places ; la pourriture des tiges et des fruits, le desséchement partiel ou total des feuilles survenaient, sans que le feutrage eût clairement dénoncé l'invasion du mal.

Au printemps 1882, lorsqu'on voulut semer le reliquat des pépins réservés l'année précédente, toutes les variétés, sauf le Jacquez, furent trouvées saines; elles furent semées et levèrent parfaitement à la même place que le semis précédent; de mildew, point; les graines de Jacquez agglomérées en un seul bloc par une moisissure visqueuse étaient décomposées, elles s'écrasaient sous la plus légère pression et ne purent être semées. Ainsi, lorsqu'on interdisait les innocentes boutures absolument indemnes de phylloxera et qu'on autorisait les semis de vignes américaines, c'est proprement l'importation du péronospora qu'on autorisait!

Les jeunes Jacquez du semis 1881, plantés et cultivés avec soin, ne se sont pas développés; ils végètent si pauvrement qu'ils eussent été depuis longtemps arrachés et brûlés n'était le désir de voir ce qui pouvait advenir d'eux ? Un certain nombre de Jacquez, originaires d'autres provenances, ont été plantés comme témoins auprès de ces avortons; les témoins prospèrent; ce n'est donc pas la faute du sol si les Jacquez de semis sont si misérables, c'est la leur, ou plutôt c'est celle du mildew qui paralysa leur constitution naissante. Il ne faut donc pas cultiver des plants provenant de semis frappés de mildew, à moins, peut-être, qu'ils aient éte cuivrés préventivement ou dès le début du mal.

Au moment des crises de mildew qui, depuis sa première apparition, se sont succédé à de trop courts intervalles, les mauvaises souches issues de semis n'ont point paru être plus frappées que les autres; au reste, même avant que le sulfate de cuivre soit venu dompter le mildew, ce mal ne s'était plus montré avec une virulence comparable à celle qu'il avait déployée contre le semis de 1881.

Autre affaire. Au mois de juin 1882, dans une portion du vignoble en sol argilo-calcaire exposée au sud-ouest, sur une place parfaitement limitée (1882), les formes de raisins, au lieu de fleurir, se desséchèrent et dis-

parurent, tombant en poussière; la végétation était comme enrayée.

M. Planchon, consulté, signala sur un des sarments l'érosion caractéristique de l'anthracnose. La zone envahie se développait par le travers de planches complantées chacune d'une seule variété; il n'y avait pas de notable différence d'intensité du mal d'une planche à l'autre; les souches occupant les extrémités des planches, en dehors de la place frappée, nouèrent très bien leurs fruits et les conduisirent à bonne maturité. Cela porterait à croire que l'anthracnose a moins de partialité dans ses choix, et moins d'affinité pour ses cépages favoris, que le péronospora.

Autre affaire (au point E du clos B), sur la lisière de la vigne, au bord d'une prairie, en terrain argileux avec sous-sol de gravier, sur le point le plus élevé du plateau, à l'exposition du levant, une souche de chasselas, chargée de fruits, montra ses grains altérés d'abord, puis fendus, les feuilles se crispèrent, se déchirèrent, tout prit une teinte brun fauve, puis noire; bientôt l'ensemble ne fut plus qu'un bloc recouvert d'une sorte de mucosité noirâtre. Quelques autres souches, les unes auprès, d'autres assez éloignées de la principale affligée, étaient atteintes, mais partiellement, dans la proportion de un à trois bras malades sur cinq. Les parties compromises de ces souches présentaient le même aspect que le cep entièrement envahi. L'année suivante, toutes ces souches, sans exception, poussèrent normalement, puis, vers la même époque de l'année, le mal reparut comme l'année précédente, avec les mêmes caractères, mais avec moins d'intensité; il en a été de même d'année en année, le mal allant toujours s'atténuant. En 1887, il a été à peine possible de reconnaître les souches malades.

En cette même année 1882 (au point F) une souche de gamay, dressée en tige sinueuse contre un pilier à l'exposition sud-ouest, était chargée de fruits en pleine voie de maturité; nous étions en septembre, un certain nombre de grains se crevèrent, et au bout de peu de jours, ils furent pourris, il y avait des grappes restées indemnes; sur d'autres, quelques grains seulement étaient perdus; sur la majeure partie des grappes, moitié des grains étaient attaqués; toujours, les grains malades étaient contigus, la portion envahie formait comme un bloc; les parties malades se desséchèrent lentement et les parties saines continuèrent de mûrir, pour venir finalement à bien. Quelques feuilles, mais en petit nombre, furent partiellement malades, à peu près dans la même proportion que les fruits. En 1883, le même mal reparut, mais beaucoup moins fort; en 1884 il y eut encore quelques grains perdus, puis, plus rien.

En cette même année 1882, vers le milieu d'août, dans l'entier vignoble, tout à coup, le feuillage se crispe, le grain cesse de vérer, tout revêt une teinte cendrée livide et visqueuse, plus particulièrement accentuée sur le grain; le bois se raidit, le vignoble, lorsqu'il est agité par le vent

grince avec un bruit de ferraille, les sommités des sarments ont perdu leur flexibilité, les feuilles godent, se contournent, se dessèchent et tombent. En septembre survient une forte ondée en forme de déluge torrentiel, vrai lavage à grande eau ; alourdies par le liquide qui les pénètre, les feuilles qui ont tenu bon jusque-là cèdent à leur tour et jonchent le sol, laissant les raisins absolument découverts. L'action bienfaisante de cette douche amène un mouvement de sève qui s'évertue à prolonger les sarments; quelques jeunes feuilles se montrent, un fantôme de véraison apparaît et finalement on cueille des illusions de raisins et on décuve des liquides titrant 2 à 4° d'alcool.

A qui avait-on à faire? Probablement à une coalition d'anthracnose et de mildew.

Depuis cette époque, le mildew s'est montré principalement sur le Jacquez et débutant toujours par lui, il a sévi avec des intensités diverses, ainsi que l'anthracnose, mais il y a cette différence entre les deux fléaux, que le mildew semble survenir par accident et comme importé dans des conditions favorables à son développement, frappant avec violence ses cépages préférés, puis ne se montrant plus, durant des périodes parfois assez longues, tandis que l'anthracnose paraît s'établir dans la place pour y séjourner à demeure et faire plus de mal à mesure qu'elle réside depuis plus longtemps ; chaque année, la portion de sarment qu'elle laisse saine et utilisable se trouve plus réduite, et c'est à faire craindre, vraiment, que la fin de la souche doive se trouver au bout de cette lamentable progression; il serait bien temps que le remède radicalement efficace contre l'anthracnose fût trouvé ; on propose le sulfate de fer; nous l'avons essayé sans résultats concluants.

Le black-rot n'est pas encore signalé dans nos localités, à moins que l'un des maux ci-dessus indiqués puisse lui être assimilé? Sa présence daterait alors de cinq ans, et son apparition aurait été suivie d'une bien longue période de repos ; avec ces étranges maladies, les choses les plus invraisemblables sont parfois vraies; le mal n'est pas signalé, c'est tout ce qu'on en peut dire, mais il existe virtuellement, prêt à faire explosion dès que les phénomènes atmosphériques lui en fourniront le prétexte. Ce doit être là, pour les vignerons, un puissant motif d'accentuer et de généraliser les traitements par le sulfate de cuivre contre le péronospora, puisqu'il est à peu près démontré que le cuivre, tout en guérissant la souche du péronospora, la préserve par surcroît du black-rot.

Ainsi que nous l'avons vu, un certain nombre d'insectes, parmi ceux indiqués dans les manuels de viticulture, se sont montrés ici, comme ils se montrent dans à peu près tous les vignobles, sans y causer de grands dommages ; mais d'autres insectes moins connus ont été signalés et il n'est peut-être pas sans intérêt d'appeler sur eux l'attention des viticulteurs :

un coléoptère, l'*Apate sexdatata*, un ichneumon; *l'Ephialtes divinator*, ont été trouvés dans des souches mortes. La présence de l'ichneumon dénonce, en outre, celle du *Commonus unicolor*, dont il est le parasite. L'*Apate sexdentata* et le *Commonus unicolor* sont des fouisseurs: il semble donc que la mort des souches puisse être leur œuvre; les entomologistes français ne le croient pas. M. Targlioni, entomologiste italien, pense que l'*Apate sexdentata* est un ampélophage nuisible à la vigne. Dans le vignoble d'études, chaque année, depuis six ans, il meurt quelques souches qu'on trouve farcies d'*Apates sexdentata*, le voilà introduit et bien assis dans la place; des conditions particulièrement favorables à la reproduction de cet insecte peuvent l'élever, un de ces jours, au grade de fléau ; il serait prudent de l'exiler, de le désarmer, si on peut, ou en tout cas de le surveiller.

Ici finit l'histoire en raccourci du petit vignoble d'études; nos jeunes collègues, dont la vigne est encore indemne, peuvent y lire comme une sorte de récit approximatif de ce qui les menace; puissent-ils y trouver des armes pour se défendre contre les ennuis, les mécomptes, les ruines, que nous autres vétérans avons récoltés pendant près d'un demi-siècle. S'il est vrai, comme aucuns semblent vouloir le faire dire par l'histoire, qu'aux grands maux succèdent de grandes consolations, une ère de prospérité ne saurait manquer de s'ouvrir bientôt pour la viticulture; puissent les vignerons de l'avenir goûter, au milieu de succès mérités, toutes les joies dont leurs prédécesseurs ont été privés.

Vigueur comparée de quelques vignes américaines cultivées en sols différents.

Coefficients extrêmes.	Silice argileuse.	Argile, sous-sol gravier ferrugineux.	Sable fin et aride sous-sol marneux.	Argile forte.	Calcaire gros grains friable.	Argile siliceuse friable, traces de fer.	Greffes sur Cabernet en argile.
Jacquez	7,6	8,6	6,2	8,6	4,2	10	4,6
Cunningham	5,8	8,3	4	8,6	3	5,2	4,6
Herbemont	6,6	6,6	2,8	2,7	6	7,7	—
Alvey	8,2	7,2	3,8	7,4	9	9,7	—
Taylor	8	8	5,6	9,4	9,6	5,5	—
Lenoir Roquemaure	3,6	—	3,3	3,5	2,5	4,2	4
Cynthiana	3,3	4,3	3,3	—	2	2	3,3
Riparia glabre rouge	6,4	—	1,5	8,8	10	8	4,6
— Tomenteux	4	7,3	1,5	8	3	7,7	3,3
Solonis	9	8,2	4,4	9,6	8,4	4,6	4,3
York's Madeira	6,8	—	2,3	8,2	7	3,6	—
Concord	5,8	5,6	2	7	7,3	3	—
Clinton	4,3	6,6	2,3	8,6	9	9,5	—
Norton's Virginia	2,6	5,3	1	—	2	1,5	3,6
Black Pearl	9,5	7,3	2,6	8,5	4,5	4,7	4,6

Coefficients extrêmes	Silice argileuse.	Argile, sous-sol gravier ferrugineux.	Sable fin et aride sous-sol marneux.	Argile forte.	Calcaire gros grains friable.	Argile siliceuse friable, traces de fer.	Greffes sur Cabernet en argile.
Canada	7,8	6	5,2	7,6	6,4	6,5	—
Cornucopia	8,2	8,2	5,8	8,5	8,2	9,7	—
Lenoir gros grains	4	—	3,3	2,5	—	4,3	5
Gaston Bazille	4,8	8,2	4,8	5,8	7,4	8,7	—
Black July	5,8	7,2	2	2,3	5,6	8	—
Eumélan	3,8	9,4	2,6	6,8	7,8	9,5	—
Cinéréa	1,6	—	2,6	6,5	4,7	4,3	—
Delaware	—	—	—	4,5	5,2	—	—
Elvira	4,3	6	3	7,2	7,7	6,6	3
Noah	6	8,6	2,4	7,5	8,5	9,7	2,6
Othello	6,6	7,2	6,6	5	4	6,7	4,3
Huntingdon	4	—	4,3	5	2,5	5,2	4,6
Rupestris	3,3	8,2	2,3	8	4	8,2	—
Sénasqua	1,5	6	2,6	2,5	4,8	4	4
Vialla	4,4	6,7	4,6	9,7	8,5	6,5	4,3
Humboldt	7,8	9,2	4,2	5,3	4	8,7	—
Brant	4,6	6,3	3	4	3,6	4,7	3,6
Black Eagle	5,3	7	3,2	5,3	3,3	6	4,3
Champion	4,3	—	6,2	5	2,6	7,2	5,3
Conqueror	—	—	—	5,5	—	5,6	4,3
Irwing	1	—	—	3,3	1	4	4,3
Jacquez grandes feuilles	4,3	—	3,3	—	5	8	5
Riparia Chamois	3	—	2	3	4	1	4,3
Rulander	2,3	6,3	2,5	4,5	2	3,2	4
Wilder	4	6,6	—	5,3	2,3	6,7	4,3
Franklin	4,4	3,3	5,2	5,4	4,3	9,5	—
Winslow	4,3	—	3,3	2	1,5	6	3,6
Triumph	3	5,3	3,3	2,5	5	6,2	4
Chasselas sur Riparia	—	4,8	3	—	—	6	1,5
Cinsaut —	—	6,4	3,8	—	—	5,7	—
Petit Bouchet sur Riparia	—	6,6	4	—	—	7,5	—
Alicante Bouchet sur Riparia	—	7,4	5,2	—	—	8,2	—
Emily	3,6	7,3	3	—	4,5	6,2	4,6
Lenoir	4	5	4	2,5	1,5	6,5	5
Long de Laliman	—	—	—	—	4,2	6,5	4,3
Blue Dyer	—	3	4	4,5	2,5	3	4,6
Peter Wylie	—	2	2,3	2,5	1,5	4,2	3,3
Marion	—	—	2,5	—	—	5	2,6
Neosho	3,3	—	2	—	2,5	—	4
Pauline	—	—	—	—	—	4	3,6
Baldwin Lenoir	4,6	—	1	2	4	6,5	5
Herbert	—	—	—	—	—	6,7	2,6
Essex	—	—	—	—	—	7,2	4,3
Bacchus	—	—	—	—	—	5,2	3,6
Aughwick	—	—	—	—	—	8,5	4,6

Coefficients extrêmes	Silice argileuse.	Argile, sous-sol gravier ferrugineux.	Sable fin et aride sous-sol marneux.	Argile forte.	Calcaire gros grains friable.	Argile siliceuse friable, traces de fer.	Greffes sur Cabernet en argile.
Agawam.	—	—	—	—	—	—	4,3
Croton	—	—	—	—	—	6,7	2,6
To Kalon	—	—	—	—	—	—	3,6
Rogers n° 33.	—	—	—	—	—	—	1,3
Taylor improved.	—	—	—	—	—	5,5	4
Prentiss.	—	—	—	—	—	5,5	3,3
Lindley.	—	—	—	—	—	7,2	3,3
Merrimac	—	—	—	—	—	5	2,3
Plancbon	—	—	—	—	—	—	6,3
Hartwood	—	—	—	—	—	6,7	3,3
Black Defiance.	—	—	—	—	—	6,6	—
Waverley	—	—	—	—	—	3,6	—
Excelsior	—	—	—	—	—	4,6	—
Pizarro	—	—	—	—	—	5,6	—
Elzinburg	—	—	—	—	—	5	—
Montefiore.	—	—	—	—	—	8	—
Secretary	—	—	—	—	—	5	—
Rogers n° 7.	—	—	—	—	—	5,3	—
Gœthe.	—	—	—	—	—	8	—

M. TRUCHAUD-VERDIER

A Saint-Laurent d'Aigouze (Gard).

ÉTUDES PRÉPARATOIRES POUR FACILITER LES SUBMERSIONNISTES ALGÉRIENS

— Séance du 2 avril 1888 —

La submersion est appelée à rendre de très grands services à tous les viticulteurs de la colonie qui pourront disposer d'une grande quantité d'eau. Ce procédé est très connu en France, très apprécié et placé en première ligne parmi tous les moyens préconisés pour combattre le phylloxera. Quatorze années d'expérience m'ont démontré que c'était un remède sûr et *certain*, auquel il fallait avoir recours toutes les fois qu'on avait le bonheur de réunir toutes les conditions exigées pour opérer sûrement.

Le phylloxera ayant été constaté en Algérie, on doit prendre, dès aujourd'hui, toutes les mesures nécessaires, faire un plan d'ensemble que l'on exécutera, à coup sûr, lorsque le vignoble sera envahi. Je tiens à appeler spécialement votre attention sur cette idée.

Pour arriver au résultat que j'indique, il conviendrait de charger un submersionniste de l'étude de la question, sur les lieux. La tâche de cet agriculteur serait de parcourir toute la colonie pour se rendre compte des avantages que l'on pourrait retirer de l'eau. Les cours d'eau sont-ils assez importants pour qu'il vaille la peine d'entrer dans cette voie et de faire un pareil sacrifice?

Un service régulièrement organisé aujourd'hui permettrait d'indiquer aux colons, quand le moment sera venu, de quelle quantité d'eau ils pourront disposer. On sait généralement qu'à certaines époques les rivières ont un débit considérable, mais ce que l'on ignore généralement, c'est le quantum de ce débit, ainsi que la durée des crues. Pour la submersion, il ne s'agit pas d'avoir de l'eau en abondance pendant 8 ou 10 jours; il est nécessaire d'être assuré, pendant 70 à 80 jours, d'un débit régulier que nous indiquerons plus loin. Ce renseignement est d'une très grande importance, car il permet aux submersionnistes d'opérer dans des conditions sûres. Je dis qu'il faut, dès maintenant, entreprendre cette étude, parce que tous les hivers ne se ressemblent pas et que sous nos climats chauds, à des hivers pluvieux succèdent souvent des hivers très secs. C'est parce que j'ai vu ce phénomène se produire dans le Midi que j'en suis très préoccupé pour l'Algérie et pour mes futurs collègues en submersion. Des observations régulières sur les débits des cours d'eau devraient donc être faites le plus tôt possible.

Il faudrait, en outre, prier les Ingénieurs chargés du service hydraulique d'étudier les canaux d'irrigation qui seront nécessaires lors de l'application de la submersion. Ils pourraient aussi préparer des projets de prise d'eau pour les domaines qui seront forcés d'avoir recours aux machines élévatoires.

On ne peut bien apprécier les avantages de ces études que lorsqu'on a vu combien on commettait de fautes en opérant un peu au hasard.

Les terrains eux-mêmes méritent d'attirer notre attention, car on en a souvent rencontré de réfractaires à la submersion, à cause de leur trop grande perméabilité. L'analyse physique du sol et du sous-sol peut nous renseigner exactement sur ce point.

Vous voulez, dans votre voyage en Algérie, faire une œuvre utile, n'hésitez pas à recommander le plan que je vous trace. Pour le faire aboutir, faites appel au gouvernement, aux comices agricoles, aux viticulteurs, et plus tard on comprendra toute l'importance du conseil.

Pour compléter le projet, on devrait, aux frais du gouvernement, sur un vignoble phylloxéré, créer un champ de démonstration. Tous les intéressés ne tarderaient pas à se rendre sur ce point et la submersion ferait vite de grands progrès. On éviterait ainsi de grandes ruines. Ayant assisté à de grands désastres, je puis mesurer l'importance des précautions

que je vous indique et je voudrais faire pénétrer dans l'esprit de ceux qui nous gouvernent, de tous ceux qui s'intéressent à la prospérité de notre colonie, la nécessité dans laquelle on se trouve d'agir vite si l'on veut agir bien. Voilà, si je puis m'exprimer ainsi, les renseignements qu'il est indispensable de faire parvenir à la collectivité.

Aux viticulteurs, que je divise en deux catégories, je leur donnerais les conseils suivants :

1° A ceux dont les vignobles sont déjà plantés, mais qui pourront avoir recours à la submersion quand le phylloxera les menacera, je leur dirais :

Adressez-vous aux submersionnistes français, pour leur demander tous les renseignements dont vous pourrez avoir besoin ; allez même en France visiter les vignobles traités par l'eau afin de dissiper tous les doutes qui peuvent régner dans vos esprits. Une fois votre opinion bien faite, bien arrêtée, attendez que l'insecte ait été constaté dans les vignobles voisins pour vous mettre à l'œuvre ; mais, dès qu'on aura signalé une tache phylloxérique à trente kilomètres de chez vous, commencez immédiatement tous les travaux et poussez-les avec la plus grande activité, afin d'être en mesure d'inonder vos vignobles à la première atteinte du phylloxera. Je recommande aux viticulteurs de prendre toutes ces précautions pour plusieurs raisons :

Parce qu'il est rare que les nivellements soient, du premier coup, faits parfaitement, et ce n'est qu'en mettant l'eau qu'on s'aperçoit des erreurs commises. La première submersion n'est donc jamais complète ; on la considère généralement comme une submersion d'essai. Si on attend que tout le vignoble soit envahi par l'insecte, on est sûr d'aboutir à un désastre et il faudra plusieurs années pour réparer la faute.

Les bourrelets fraîchement établis n'offrent pas toujours la résistance nécessaire. Il arrive aussi que les machines ne sont pas assez puissantes, parce qu'on ne s'est pas bien rendu compte de la perméabilité du sol. Tous ces inconvénients, je les connais. Que de submersionnistes ont perdu des sommes considérables pour ne pas avoir opéré avec assez de rapidité. Espérons que les leçons données par l'expérience ne seront pas perdues.

2° Quant aux viticulteurs de l'avenir, à ceux dont les vignobles ne sont pas encore faits, je les engage vivement, s'ils veulent plus tard utiliser l'eau pour la submersion, à faire le nivellement de leur terre avant la plantation afin d'éviter toutes les difficultés. Cette opération est bien moins coûteuse lorsque les souches n'empêchent pas les ouvriers de travailler, et l'on peut alors disposer les parcelles plus régulièrement.

Pour nous résumer, nous devons pousser vivement les colons algériens à se préparer, dès aujourd'hui, pour la lutte, en appelant l'attention du gouvernement sur les questions d'ensemble et en étudiant eux-mêmes

toutes les questions de détail. Le phylloxera fait, dans certaines natures de terre, de tels progrès qu'il est souvent difficile d'être prêt à l'heure voulue.

Compte rendu et résumé de la brochure faite par MM. Chauzed et Truchaud-Verdier, sur la submersion des vignes.

Comme il s'agit de donner aux colons algériens surtout des conseils pratiques, nous ne ferons que signaler les chapitres qui ne peuvent pas être d'une très grande importance pour eux. Ainsi, nous laisserons de côté l'introduction et l'historique de la submersion, pour arriver à la pratique de la submersion.

L'action de l'eau, ses qualités, sont encore des questions secondaires, mais ce qu'il est nécessaire de bien savoir, c'est de quelle quantité d'eau on peut avoir besoin.

Quantité d'eau. — Ce chiffre est toujours considérable; il est rarement inférieur *à 10,000 mètres cubes par hectare* et peut s'élever à 90,000 mètres cubes. Comme nous l'avons déjà dit, il conviendrait de voir la nature des terrains pour fixer les viticulteurs sur ce point.

Amenée des eaux. — Les eaux que l'on utilise pour la submersion proviennent d'un canal, d'une rivière ou d'un puits. On les fait arriver sur le terrain à submerger de différentes manières: 1° en utilisant la pente naturelle des lieux; 2° ou en élevant l'eau à l'aide de machines spéciales. C'est sur ce chapitre que j'appelle votre attention, car tous les travaux préparatoires que l'on fera faciliteront beaucoup les viticulteurs et assureront le succès. Les locomobiles qui servent au battage doivent être nombreuses en Algérie; on pourrait les utiliser pour faire des essais qui permettraient de connaître la perméabilité du sol et le débit des sources.

Eau des puits. — A Saint-Laurent-d'Argouze, lorsque nous avons vu que les cours d'eau étaient insuffisants pour submerger nos plaines, nous avons creusé des puits d'un diamètre de 50 centimètres et de 18 mètres de profondeur.

Le puits terminé, l'eau remonte à un mètre en dessous du sol; on installe une machine à vapeur et une pompe (6 chevaux-vapeur et une pompe de 20 centimètres). Lorsque l'outillage fonctionne, l'eau descend à 4 mètres et le débit est de 3 mètres cubes à la minute.

Un commandant de génie m'a souvent répété qu'en Algérie on pouvait avoir recours à ce procédé pour avoir de l'eau en abondance. La question mériterait d'être examinée sérieusement, car chez nous on arrive ainsi à submerger des parcelles de 10 à 20 hectares.

Du terrain. — Quand on est sûr d'avoir de l'eau en abondance, on doit, par un nivellement préparatoire, étudier l'inclinaison, le relief du terrain. On est vite fixé sur ces deux points. La pente ne doit pas, d'après nous, excéder trois centimètres par mètre, pour que les conditions soient favorables à la submersion.

La nature du terrain a aussi une grande importance. L'analyse physique du sol peut, comme nous l'avons dit, nous fixer.

Le chapitre le plus intéressant pour les futurs submersionnistes est celui qui traite de l'établissement de la submersion. Il faudrait le copier en entier. Il est presque impossible de le résumer, car il s'agit du nivellement des planches, bourrelets, etc.

Nivellement. — Clos. — Le nivellement doit être fait par des hommes compétents qui doivent établir des clos aussi grands que possible, mais la différence du niveau entre les points hauts et la partie basse ne doit jamais excéder 10 centimètres.

Bourrelets. — Les bourrelets (levées de terre qui encadrent les planches pour retenir l'eau) doivent être établis en calculant leur hauteur comme il suit : 20 centimètres pour l'épaisseur de la couche d'eau, 10 centimètres pour les différences de niveau qui pourront exister dans les compartiments, 25 centimètres pour parer à l'intumescence accidentelle occasionnée par les vents, plus 10 centimètres pour compenser le tassement. Cela fait au total 65 centimètres. Dans la pratique, il convient de dépasser cette hauteur.

Fossés d'écoulement. — Les fossés d'écoulement sont indispensables pour ramener les eaux à la rivière et ne pas créer des difficultés, des embarras sérieux aux propriétaires voisins. La disposition des fossés d'écoulement est variable avec la configuration du terrain submergé. (Voir ce chapitre.)

Réparation du sol. — Le défoncement, la plantation, le choix des cépages, sont des questions secondaires, car pour les vignobles submergés, il n'y a pas de modifications à apporter.

Exécution de la submersion. — Époque. — Dans le Midi, la submersion peut être commencée le 25 octobre et terminée le 15 avril. En Algérie, il faudra sûrement changer ces dates.

Épaisseur de la nappe. — L'épaisseur de la nappe d'eau doit être de 20 centimètres minimum.

Durée de la submersion dans le Midi.

1° Terrains peu perméables. Durée de la submersion : 50 à 55 jours.
La perte d'eau varie de 1 à 2 centimètres par jour (24 heures).
2° Terrains perméables. Durée de la submersion : 60 à 65 jours.
La perte d'eau varie de 2 à 4 centimètres par jour.
3° Terrains très perméables. Durée de la submersion : 70 à 75 jours.
Perte d'eau de 6 à 8 centimètres par jour.
Quand la perte d'eau est de 10 centimètres par jour, la submersion doit être considérée comme impossible.

Age auquel il faut submerger les vignes. — Le plus tôt possible.

Soins culturaux et d'entretien. — Le chapitre traitant des soins culturaux et d'entretien n'offre pas grand intérêt pour les colons algériens, car la taille, les labours, les soufrages, les sulfatages, se font dans les vignobles submergés comme dans les autres.

Arrosages. — L'arrosage, au contraire, mériterait, sous un climat chaud, une étude spéciale. Grâce à l'eau, nous augmentons considérablement nos récoltes dans les années de sécheresse, et nous évitons les gelées blanches qui sévissent si fortement dans nos plaines. Appelez l'attention des viticulteurs sur ce point et engagez-les à faire des expériences comparatives.

Influence de la submersion sur la fertilité du terrain. — La seconde partie de notre étude, qui traite de l'influence de la submersion sur la fertilité du terrain, ne présente pas, pour les colons, un intérêt immédiat. Tout ce que nous pouvons leur dire pour les rassurer, c'est que l'eau n'épuise nullement le sol.

Considérations économiques. — Le chapitre relatif aux conditions économiques peut être facilement résumé.

1° Le rendement, d'après les uns, est diminué de un sixième dans les vignobles submersibles; d'après nous, au contraire, on arrivera, dans une longue période, aux mêmes quantités qu'autrefois. Nous avons eu, de 1881 à 1886, 98 hectolitres 20 litres par hectare et nous espérons que notre production moyenne ira en augmentant.

2° Les frais annuels sont augmentés dans les vignobles submersibles par le prix de la submersion et par diverses dépenses qui peuvent s'élever à 50 francs par hectare.

Tableau indiquant le prix de revient de la submersion.

Hauteur d'élévation de l'eau.	Perte du sol par jour.	Étendue submergée.	Prix de revient à l'hectare.
1 mètre	1 à 2 centimètres	10 hectares	180 francs
1 —	5 centimètres	50 —	80 —
2 mètres	1 —	10 —	220 —
2 —	5 —	50 —	100 —
3 —	5 —	50 —	120 —
4 —	2 centimètres 1/2	50 —	142 —

En terminant ce compte rendu, je fais des vœux sincères pour le succès des colons algériens. Mais, d'après certains renseignements, je crois que la Tunisie serait un champ plus vaste et sur lequel il faudrait faire de grandes expériences.

M. Marius RICARD

Ancien Élève de l'École Polytechnique, Secrétaire général de la Société d'Agriculture de Vaucluse, Viticulteur, à Avignon.

ÉTUDE SUR LES VIGNES DANS LES SABLES (1)

— *Séance du 2 avril 1888* —

Il existe des sols privilégiés, où la vigne brave impunément le phylloxera: c'est un fait. Les résultats obtenus par les viticulteurs du littoral méditerranéen, depuis les Saintes-Maries jusqu'à Agde, les belles vignes plantées dans certaines terres sableuses ou d'alluvions légères de la Drôme, de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, le prouvent tous les jours.

Quelle est la cause de cette immunité phylloxérique ? Quels soins spé-

(1) J'ai mis à contribution pour cette étude les travaux de J.-A Barral publiés dans le *Journal de l'Agriculture*, année 1883 ; de M. le M[is] de Dampierre, publiés dans le même journal, année 1883 ; de M. Vanuccini, directeur de l'École d'Agriculture de Florence, *Messager agricole du Midi* (mai 1883) et de M. Audoynaud, *Annales de l'École d'Agriculture de Montpellier*, n° 1, année 1883-84.

ciaux réclame la culture de la vigne dans les sables? C'est ce que nous allons rechercher dans l'étude qui va suivre :

§ I. — ÉTUDE DES SOLS SABLEUX OÙ LA VIGNE FRANÇAISE RÉSISTE AU PHYLLOXERA.

1° L'immunité des vignes contre les atteintes du phylloxera, dans les sables d'Aigues-Mortes, est un fait bien constaté. Elle a déterminé depuis quinze ans la transformation complète de cette région. Sur tout le cordon littoral qui s'étend des Saintes-Maries à Agde, l'homme a démoli les dunes et les montilles créées par les vents et la mer et par des dispositions spéciales il les empêche de se reformer. Les bois de pin et les broussailles ont disparu, et sur des sols presque incultes autrefois s'étendent aujourd'hui des vignobles importants et prospères.

On explique la résistance des sables par ces considérations, que l'insecte dévastateur ne peut pas se mouvoir facilement dans les sables très fins et qu'il s'y déplaît.

Cela paraît plausible, dit M. Barral, si l'on tient compte de ce fait que dans quelques endroits du territoire d'Aigues-Mortes, où l'on trouve un peu d'argile mélangée au sable, soit naturellement, soit accidentellement, l'insecte apparaît sur les vignes et y exerce son action dévastatrice à ce point qu'on a pu voir sur un même cep, des phylloxeras dévorer des racines plongeant dans de l'argile, tandis que des racines poussées dans le sable restaient parfaitement indemnes et soutenaient la végétation du pied de vigne.

L'expérience suivante mérite aussi d'être remarquée. Un wagon rempli de sable d'Aigues-Mortes a été expédié sur l'ordre de M. Talabot, par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, au cap Pinède, à Marseille, où le sable a été placé par M. Marion dans une fosse de deux mètres de largeur sur six mètres de longueur, à sol argileux, au milieu de vignes phylloxérées, traitées au sulfure de carbone. Des plants phylloxérés couverts d'insectes furent établis sur ce sol artificiel, et, sans prendre la vigueur des plants d'Aigues-Mortes, ils végétèrent et les insectes disparurent au bout de peu de temps, quoiqu'ils n'aient subi aucun traitement insecticide.

Faut-il attribuer ce résultat à la ténuité et à la mobilité des particules du sable, qui empêchent la pénétration et la propagation du phylloxera dans son intérieur? L'étude attentive de l'insecte, de la nature du sable et de la dimension de ses cavités ne permet pas d'admettre cette raison. Et, d'ailleurs, M. de Gasparin a cité à la Société nationale d'Agriculture, beaucoup de *sables* dans lesquels la vigne est dévorée par le phylloxera et il n'a pu s'empêcher de trouver dangereuse la croyance que tous les sables bénéficient de l'immunité des sables d'Aigues-Mortes.

Il ne resterait donc que cette explication : le phylloxera ne vit pas dans

le sable parce qu'il s'y *déplaît* ; et la suite de cette étude vous démontrera, je l'espère, que le *déplaisir* du phylloxera est causé par le rôle de l'eau empêchant la libre respiration de l'insecte.

Suivons M. Barral, dans sa remarquable étude du sol et du sous-sol d'Aigues-Mortes. Des sondages répétés lui ont fait voir qu'après trois mois de sécheresse (on était à la fin de juin), on ne trouvait que moins de 1 pour cent d'eau dans la première couche à $0^m,20$ de profondeur ; de 6 à 12, selon les lieux, à 1 mètre de profondeur ; de 18 à 21 pour cent entre 2 mètres et $2^m,25$. Dans tous les sables de la région, ce fait est constaté. La présence constante d'un sable aquifère, mouillé par de l'eau douce, au point d'être fluide, lui paraît être la cause de la vigueur de la végétation de ce beau vignoble. La capillarité de toute la couche sableuse fournit aux racines de la vigne l'humidité nécessaire à la plante, à son beau feuillage, à ses raisins, malgré l'absence de pluie.

Cette capillarité est-elle vraiment la cause de la vigueur des ceps ? Il n'est pas permis d'en douter en comparant la luxuriante végétation des vignes d'Aigues-Mortes aux maigres pousses obtenues dans le même sable transporté au cap Pinède. Les vignes de M. Marion souffraient visiblement de l'absence d'humidité que le sable ne pouvait emprunter au sous-sol resté presque sec. Les vignes dans les sables, en pays et en temps de sécheresse, ont donc besoin de l'eau souterraine, qui leur arrive par capillarité ; et M. Barral affirme avec raison que, d'une manière générale, les vignes ne donnent d'abondantes vendanges que lorsqu'il y a dans le sol une réserve d'eau suffisante. On doit donc étudier le sous-sol avant de planter des vignes ; dans tous les cas, les cultures dans les sables ne réussissent bien que si ces sables ont une capillarité très grande et reposent sur une couche aquifère.

M. de Dampierre fait remarquer combien la pratique est d'accord, sur ce point, avec la théorie en citant le fait suivant :

On avait vu, au siècle dernier, les vins de sables, récoltés de Messanges à Cap-Breton (Landes), paraître sur les tables les plus somptueuses. Mais, avec le temps, l'ensemencement des dunes du littoral amenait un état de choses nouveau et causait une profonde perturbation dans le régime des eaux de toute la contrée. Les courants qui la traversaient, en s'écoulant plus rapidement vers la mer, abaissaient le niveau des étangs eux-mêmes. De là, un changement très marqué dans la manière dont se comportaient les sols consacrés à la vigne, dont la végétation et la fructification souffraient ; de là, l'habitude prise désormais de restreindre cette plantation à de faibles étendues et à la zone la plus rapprochée de la mer, ainsi que nous le voyons actuellement.

2° Nous n'avons parlé jusqu'ici que des sables presque purs de la région d'Aigues-Mortes. Ils sont comme le prototype des terrains sablonneux aptes à la culture rémunératrice de la vigne française, et méritaient, à ce titre, l'examen approfondi que nous en avons fait. Il y a cependant des terrains d'alluvion qui se prêtent à la même spéculation. Partout où les eaux bourbeuses des fleuves rencontrent un obstacle qui diminue leur vitesse, elles laissent déposer en premier lieu les molécules les plus lourdes, constituées par du sable presque pur, mélangé de limon dans une légère proportion. Ce phénomène se produit surtout dans les pointes des îles, en amont, et aux coudes brusques des rivières, là où les eaux, en débouchant par les temps de crue, subissent une sorte de détente.

Nous emprunterons à M. le professeur Vanuccini quelques analyses de sols sablonneux, faites au laboratoire de l'École d'Agriculture de Montpellier, suivant la méthode physico-chimique de M. Schlœsing : elles éclaireront d'un jour nouveau la résistance des vignes françaises dans les terrains que nous venons de décrire.

MATIÈRES DOSÉES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sable siliceux	98 80	76 50	69 17	74 51	87 81	34 35	41 07	36 76	21 66
Carbonate de chaux	0 09	19 59	24 31	23 51	4 24	39 87	39 99	41 13	59 85
Argile	»	0 19	0 62	0 25	5 28	16 10	7 99	11 53	7 67
Humus et matières organiques	0 56	1 62	1 52	1 09	1 60	2 70	2 72	3 45	3 94
Pertes, etc.	0 49	2 10	4 38	1 64	1 07	6 98	8 23	7 13	4 93

1. — Sable des dunes de l'Océan, Landes : *vignes luxuriantes.*

2, 3. — Sables d'Aigues-Mortes : *vignes très belles.*

4. — Sable de Palavas : *vignes très belles.*

5. — Sable du Rochet (terr. pliocène); 100 hectolitres de vin à l'hectare, *beaucoup de phylloxera.*

6. — Sable du Rochet : *vignes mortes.*

7, 8. — Terres situées sur les bords de la Durance, près d'Avignon, et donnant 40 à 45 hectolitres à l'hectare et par an. Ces terres sont formées par des éléments très fins et jouissant d'une puissance capillaire très grande pour l'eau. Les vignes y prospèrent parce qu'elles sont baignées constamment par des courants sous-fluviaux ; *elles y périraient certainement si elles se trouvaient dans un endroit sec.*

9. — Sables pliocènes sur les bords du Lez, près Montpellier : *vignes mourantes auxquelles le propriétaire a rendu, au bout de deux ans, leur vigueur primitive, en les soumettant à des arrosages.*

L'examen attentif de cet instructif tableau et de la légende qui l'accompagne prouve l'accord à peu près complet de MM. Barral et Vanuccini et justifient pleinement les conclusions de ce dernier :

1° Que la résistance au phylloxera, opposée par les vignes françaises dans certaines terres, ne peut pas se déduire *a priori* de la composition physique ou chimique de ces terres ;

2° Qu'en général, plus une terre est argileuse, moins elle est favorable à la résistance de la vigne, et que plus une terre est sablonneuse, plus la vigne s'y trouve dans de bonnes conditions de résistance..... ;

3° La présence d'une notable quantité de sable dans une terre est une condition favorable à la résistance : mais elle n'est pas la cause immédiate de cette résistance.

Présentant ensuite de nombreux exemples de résistance plus ou moins grande dans diverses terres, du degré et de la nature de l'humidité qui les pénètre, l'habile professeur montre comment les sables les plus fins sont ceux qui se pénètrent le mieux d'eau, explique par là leur plus grande immunité et insiste sur la nature des eaux qui seules apportent leurs effets bienfaisants aux racines de la vigne.

Les conclusions de M. Vanuccini sont nettes, les voici : « Je résume en quelques mots ce que je pense sur les terrains où la vigne française résiste au phylloxera : *l'humidité naturelle ou artificielle de ces terrains, jointe à la nature du sol, est la cause unique de la résistance que les vignes opposent au phylloxera.* »

On ne saurait mieux dire pour expliquer l'immunité des vignes françaises résistantes, plantées dans les sables du littoral ou dans les alluvions sablonneuses, ou enfin dans les terres légères, baignées par les eaux souterraines ou arrosées.

§ II. — SOINS CULTURAUX A DONNER A LA VIGNE DANS LES TERRAINS SABLEUX (1)

Préparation du sol. — Le sol de la vigne en terrains sablonneux doit être parfaitement nivelé. C'est une règle contre laquelle ont généralement péché les premiers planteurs de vignes à Aigues-Mortes. Ils regrettent leur faute maintenant, mais ils ne pourront la réparer qu'au moment, heureusement très éloigné, où ils seront obligés de renouveler leur vignoble. Les nouveaux venus, instruits par leur expérience, n'ont pas hésité à faire de grands sacrifices pour obtenir des surfaces très planes ou ne présentant que de faibles ondulations.

Si le vignoble se compose de hauteurs et de baisses :

1° Le vent en frappant sur les montilles enlève à la longue le sable qui est sur leur crête et le transporte dans les baisses ; il en résulte que les souches des sommets ont leurs racines mises à nu, tandis que les souches des fonds sont graduellement ensevelies ;

Fig. 1

2° L'eau des montilles est naturellement drainée par les bas-fonds ; il en résulte une sécheresse relative, qui empêche la vigne d'avoir des pousses vigoureuses ;

3° Les engrais n'ont pas une action régulière sur les vignes des hauteurs, car les pluies entraînent dans les baisses les principes fertilisants solubles. Aussi remarque-t-on dans un vignoble mal nivelé des différences très

(1) Il ne s'agit dans ce chapitre que des terrains susceptibles d'être bouleversés par les vents si on ne les préservait pas de leurs atteintes.

marquées de végétation. La vigne luxuriante dans une baisse est souvent chétive sur la hauteur qui l'avoisine.

Il faut donc, dans un vignoble de sable, niveler soigneusement.

Défoncement. — Il faut ensuite défoncer à $0^m,50$ *au moins* de profondeur et ne pas craindre de passer avec la charrue jusqu'à deux et trois fois sur les emplacements des montilles, où on a pris le sable pour le transporter dans les baisses. Le terrain mis à nu renferme en effet du sable qui est soustrait à l'action de l'air et du soleil depuis longtemps déjà et qui, par suite, doit être largement aéré et ensoleillé.

Protection des terrains sablonneux contre le vent. — Une fois le terrain nivelé ou défoncé, *chaque fois en un mot qu'on a remué la couche superficielle du sol avec la pelle ou la charrue*, il faut préserver ce sol mouvant des morsures de la bise. Si on ne faisait rien pour cela, le vent aurait bien vite reformé les montilles qu'on a eu tant de peine à niveler.

La pratique suivie à Aigues-Mortes consiste dans l'*appaillage* du sol.

Il existe dans le voisinage de cette ville des marais qui produisent des joncs, des triangles et des roseaux. Ces produits des marais sont répandus et entrecroisés aussi également que possible sur le sol qui vient d'être remué; ce travail est dévolu aux femmes. Une machine fort simple, appelée *enjonceuse*, les fixe solidement dans le sol.

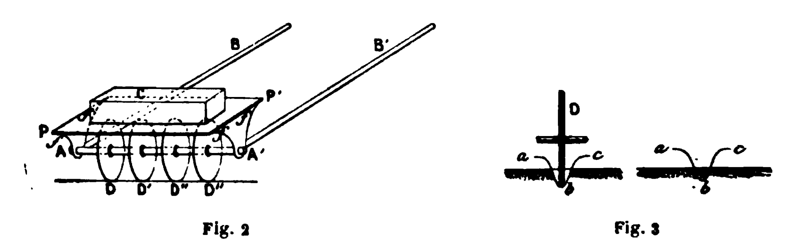


Fig. 2 Fig. 3

Elle consiste tout simplement en un essieu en fer AA', sur lequel sont montés des disques en tôle D, D', D'', D''', de $0^m,50$ environ de diamètre, et de 4 à 5 millimètres d'épaisseur, espacés les uns des autres de $0^m,30$ à $0^m,35$. L'essieu porte, au moyen de fers *f*, *f*, une planche PP' sur laquelle se trouve une caisse en bois C, que l'on remplit plus ou moins de sable pour charger l'appareil. Deux bras B, B' permettent d'atteler une bête à cette machine dont la largeur est calculée sur la distance des rangées de ceps.

Partout où passe un disque D, l'appaillage est enfoncé dans le sable comme l'indique la figure 3, et tout brin rencontré par le disque est piqué en terre et fixé comme le brin *abc*.

Cette opération, relativement simple, défend absolument le sol de la violence du vent. Quelle que soit en effet sa direction, les appaillages entrecroisés dans tous les sens forment un abri tel que le sable reste immobile.

La paille de blé peut aussi être employée pour l'appaillage, comme du

reste toute matière analogue, mais sa durée est moindre que celle des produits des marais.

Pendant les premières années du vignoble, on est parfois obligé d'appailler deux fois dans le courant de l'année. Dès que les vignes sont plus développées, un seul appaillage suffit.

L'opération de l'enjonçage doit être terminée fin février, ou première quinzaine de mars, afin de parer aux coups de vent violents qui se produisent parfois à cette époque.

Quand les fumures, les herbes enfouies et les appaillages successifs ont donné au sable une quantité suffisante d'humus, l'appaillage devient de moins en moins nécessaire, et, à la longue, on finit par n'en avoir plus besoin.

A Cap-Breton, les vignes sont protégées contre le vent par des clissages en branches très serrées.

En Algérie, M. Hunebelle, dans son magnifique vignoble de la Bridja, près Sidi-Ferruch, protège ses vignes dans les sables au moyen d'abris régulièrement espacés.

Notre opinion est que, dans des sables très fins, l'appaillage est préférable aux abris, parce que les grands vents emportent alors des tourbillons de poussière qui, en se heurtant aux abris, laissent déposer du sable et chaussent les vignes. Pour ces terrains, l'appaillage, qui n'est autre chose que le système des abris à très petite distance et à faible hauteur, nous paraît supérieur aux abris ordinaires.

Dans les sables moins fins, pour décider entre les deux systèmes, il faut s'inspirer uniquement des conditions économiques où on se trouve, en tenant compte de ce fait que les roseaux, joncs, triangles de marais, etc..., ont une valeur agricole comme engrais.

Façons. — Une fois le vignoble nivelé, défoncé et planté, voici quelles sont les façons usitées dans notre propriété :

Pendant l'hiver : taille, épandage de l'engrais, labours dans un sens (les lignes sont à deux mètres), entre-deux à la main, appaillage.

Le vignoble étant encore jeune, pour éviter un second enjonçage, nous donnons aux vignes toutes les autres façons avec la racleuse (système Blanvac, de Carpentras). Les lames de cet outil passent à huit ou dix centimètres seulement au-dessous du sol : elles doivent être entretenues bien aiguisées pour couper entre deux terres les racines des mauvaises herbes. L'âge de la racleuse est relevé très haut, de façon à éviter l'engorgement par les appaillages. Le même appaillage, qui reste toujours à la surface, suffit ainsi pendant toute une année. A mesure qu'il se consomme dans le sable et disparaît, la vigne, par son feuillage, puis par ses sarments entrecroisés, protège suffisamment le sol.

Le nombre des raclages est indéterminé ; on en fait le plus possible,

jusqu'au moment où les vignes se forment. On donne alors des façons à la main avec une sorte de racloir à long manche, qui permet de racler les herbes et de soulever le sable au-dessous des branches et des raisins (fig.5).

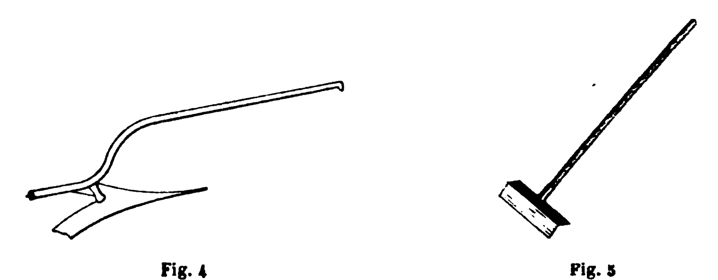


Fig. 4 Fig. 5

Autres travaux. — Les autres travaux : soufrage, traitements cupriques, lutte contre les insectes et les cryptogames, n'offrent aucun intérêt particulier. Nous les passons sous silence, car notre travail n'a pour but que de vous signaler les particularités de la culture de la vigne à Aigues-Mortes, dont le vignoble est comme le type des vignobles dans les sables.

Cépages. — Les cépages les plus répandus à Aigues-Mortes sont : l'Aramon, le Petit-Bouschet et le Carignan. L'Alicante Bouschet y réussit bien et tend à s'y faire une large place.

Le Carignan, qui se comporte admirablement sur le bord de la mer, craint beaucoup les maladies cryptogamiques, lorsqu'il en est éloigné de six à sept kilomètres seulement.

Il est inutile, du reste, d'insister davantage sur le choix des cépages à planter dans les sables. Les espèces recommandables varieront forcément suivant les climats.

Vinification. — Rien de particulier à signaler : les vendanges et la vinification s'effectuent comme dans les autres vignobles du midi de la France. On vendange un peu vert à Aigues-Mortes et on fait cuver très peu (quatre à cinq jours) pour obtenir les produits que désire le commerce.

Engrais. — Si nous voulons étudier la valeur chimique du sol suivant la méthode de M. H. Joulie, d'après les analyses effectuées dans son laboratoire de Paris, nous trouvons la composition suivante pour les sables d'Aigues-Mortes :

	Sable de dune	Sable de dune cultivé
Acide phosphorique. .	2.688 kilos	2.688 kilos
Potasse	1.760 —	1.600 —
Soude.	1.720 —	1.000 —
Chaux.	650.900 —	520.800 —
Magnésie	24.560 —	24.960 —
Azote.	856 —	1.928 —

à l'hectare dans une tranche superficielle de $0^{m},20$ d'épaisseur.

Les résultats de cette analyse montrent que le sol est pauvre, très pauvre même en azote et en potasse; mais, en revanche, il est très riche en chaux. Cette chaux favorise certainement le développement du bois des sarments; mais son action est surtout bienfaisante dans le sol, par l'influence active qu'elle exerce sur la nitrification progressive des matières organiques des fumiers et, par conséquent, sur l'assimilation des éléments utiles qui y sont contenus. Il en résulte que ces sables sont éminemment propres à mettre en œuvre les éléments nutritifs qu'on fournit à la vigne par les engrais. Ils sont caractérisés par leur richesse en chaux, richesse qui compense indirectement leur pauvreté en azote et en potasse.

Il ne faut pas redouter les fumures riches dans les sables; c'est par elles seulement qu'on obtiendra des récoltes abondantes. Il faut employer de préférence les fumiers longs, qui apportent de l'humus avec leur azote et contribuent par suite à conserver une plus grande fraîcheur à la couche supérieure du sol, quelles que soient les ardeurs du soleil d'été.

§ III. — ÉTUDE ÉCONOMIQUE DES VIGNOBLES DANS LES SABLES

Dans la création d'un vignoble en terrain sablonneux, le point à considérer avec le plus d'attention est le côté économique de la question. Il ne s'agit pas seulement de faire des vignes, il faut ne les faire que dans des conditions fructueuses. Seules, les plantations de vignes qui procurent de larges bénéfices, doivent être considérées comme des entreprises utiles.

Il nous est difficile de donner ici des chiffres précis; ils varient suivant la situation économique du vignoble à créer. Nous nous bornerons à donner le chiffre des dépenses généralement faites à Aigues-Mortes pour créer un hectare de vigne.

Achat de terrain . . . . Fr.	1.800
Nivellement, défoncement, plantation, engrais.	1.500
Frais de culture pendant les trois années qui suivent la plantation, à 500 francs par an	1.500
Intérêts à 4 0/0 de l'argent engagé pendant la création du vignoble, environ	500
TOTAL. . . . . Fr.	5.300

En admettant seulement une moyenne de 80 hectolitres à l'hectare, évalués à 20 francs l'hectolitre, on arrive par contre à un rendement brut de 1,600 francs, qui, en défalquant 600 francs de dépenses annuelles (1) (cultures, fumures plus abondantes à cause de la fructification, etc.), laisse 1,000 francs pour l'intérêt et l'amortissement des sommes engagées, la construction des caves, l'achat des foudres, etc., etc.

(1) Les frais de vendange sont considérés comme payés par la vente des piquettes.

A chacun le soin d'établir scrupuleusement son devis : c'est un compte qui doit être fait avec beaucoup d'attention et après une étude approfondie des méthodes qu'il faut employer dans les sables.

CONCLUSION

Nous voici arrivé au terme de cette étude, trop longue peut-être. Nous ne pouvons mieux la résumer que par ces paroles de J.-A. Barral, pleines de sagesse et de prudence :

« La grande capillarité des sables d'Aigues-Mortes, leur nature calcaire, la couche d'eau souterraine qui les baigne à une faible profondeur, les engrais abondants qu'on y peut mettre expliquent le grand succès que la culture de la vigne y obtient, à côté de ce fait que le phylloxera ne s'y développe pas. En l'absence de quelques-unes de ces circonstances, obtiendra-t-on ailleurs les mêmes résultats? Nous ne le nions, ni ne l'affirmons; *il faut expérimenter*. Telle circonstance favorable qui fait défaut peut être remplacée par une autre équivalente. C'est trop se hâter que d'affirmer sans avoir fait d'expérience nouvelle. »

M. B. GAILLARDO

A Fontenay-aux-Roses.

ÉTUDE SUR LA PROPRIÉTÉ AGRICOLE EN ALGÉRIE

— *Séance du 3 avril 1888* —

Question foncière. — La propriété foncière traverse une crise qui, si elle se prolongeait, arrêterait net le développement de la colonisation en Algérie. Il y a donc lieu de s'en inquiéter au double point de vue de l'intérêt des colons et de l'avenir même de la colonie.

Les Algériens, ardents en toutes choses, ont augmenté l'intensité de la crise par la vivacité de leurs plaintes ; au lieu de multiplier les exécutions, il eût été sage de soutenir les faibles et de ne pas éveiller les défiances d'un capital déjà trop craintif.

Beaucoup de bons esprits ont voulu atténuer le mal et parmi les propositions les plus rationnelles, celles relatives aux banques d'escompte, aux institutions de crédit, ont eu et ont encore un succès qu'expliquent suffisamment les avantages immédiats indispensables à une situation embarrassée. Mais un remède qui augmente la dette, qui cumule les intérêts, constitue souvent un danger et apporte une amélioration toute passagère,

toute superficielle; ce qu'il faut, c'est une transformation radicale, c'est une révolution complète dans le régime foncier actuel!

Sur quelles bases, en effet, repose actuellement la propriété foncière? Quels sont ses éléments constitutifs? Sans vouloir entrer dans le détail d'une organisation *toute spéculative* que nous connaissons tous, il nous suffira de constater l'insuffisance absolue de *l'élément véritablement agricole, du cultivateur*, le seul qui constitue la véritable force et la richesse d'un pays.

Les grands propriétaires terriens, les Sociétés financières, ont eu l'immense tort de regarder le travailleur comme une masse exploitable, au lieu de le considérer comme l'associé indispensable, comme un véritable collaborateur!

En vérité, ce ne sont pas les capitaux qui ont manqué (le chiffre de la dette hypothécaire le prouve suffisamment); la fertilité du sol n'a pas non plus fait défaut, dans un pays neuf où l'on pouvait choisir. Enfin les prix de la main-d'œuvre ont toujours été inférieurs à ceux de la métropole. Les débouchés sont nombreux: la France reçoit non seulement les vins, les blés, les huiles, le bétail de l'Algérie, mais elle demande encore à l'étranger des produits similaires.

C'est donc en vain que l'on invoque l'absence des capitaux, la concurrence étrangère, etc., etc.; la véritable cause de la crise, c'est *l'insuffisance des petits propriétaires, des colons, des fermiers, des vignerons, des travailleurs rivés à la terre, attachés à un sol qu'ils devraient ou qu'ils espèrent posséder!*

C'est la petite culture, la petite propriété qui toujours a fait défaut en Algérie. On a créé de vastes exploitations, des domaines de plusieurs milliers d'hectares, des fermes de 500, 1,000 hectares, on a englouti des capitaux considérables dans des défrichements fabuleux; on a économisé les appointements d'un gérant, d'un maître de chai, d'un tonnelier; on a payé sans compter des manœuvres, des terrassiers, tous salariés nomades, inconnus, Italiens, Maltais, Espagnols, sans aucun souci de *peupler ces immenses espaces et de river au sol l'élément agricole!*

Voilà le fait capital qu'il faut mettre en lumière, voilà la véritable cause de la crise économique de l'Algérie. Ne craignons pas de le reconnaître, de le proclamer et recherchons ensemble les moyens d'attirer, de retenir ces travailleurs, ces véritables amants de la terre, sans lesquels la fortune publique d'un pays est à la merci d'une banque de crédit.

Nos adversaires compteront les petits colons de chaque commune et nous répondront que leur nombre est plus considérable que celui des grands propriétaires. Mais il ne s'agit pas du nombre respectif des deux éléments; nous entendons prouver que *la plus grande partie des terres est actuellement détenue par des propriétaires de 1,000. 5,000 hectares, par des Sociétés financières qui possèdent 10,000 et jusqu'à 100,000 hectares.* L'intérêt général,

la sécurité de notre colonie exigent que l'équilibre se rétablisse promptement en faveur des travailleurs, des émigrants que vous n'avez pas su appeler, que vous n'avez pas su retenir; je le prouve par des chiffres :

De 1872 à 1878, le nombre des Français quittant leurs travaux pour se fixer en Algérie a été de 5,000 environ par an; depuis quelques années, ce chiffre a diminué, alors qu'il était naturel d'espérer le contraire.

C'est ainsi que, en 1886, le seul port de Bordeaux a embarqué 5,000 émigrants français pour le nouveau monde. L'administration est bien coupable de n'avoir pas conservé à l'Algérie ces précieux auxiliaires qui vont porter à l'étranger leur activité et leur intelligence en échange de quelques avantages plus apparents que réels.

Et cependant, combien plus grands sont les avantages de l'Algérie, cette France d'outre-mer qui, selon la juste expression de Jules Duval « *n'est pas encore saturée d'hommes !* »

A côté de cette insuffisance de l'élément agricole français, je pourrais établir par mille exemples pris dans les trois provinces, que le plus humble travailleur peut, avec un capital modeste et *quelques hectares de terre*, suffire rapidement aux premiers besoins de sa famille. Il nous serait facile de donner ici des monographies de nombreuses familles relativement riches aujourd'hui, ayant débuté avec un mince pécule, fruit de bien dures économies. Nous avons vu ces vaillants lutteurs, tour à tour terrassiers, briquetiers, maçons, élevant eux-mêmes l'humble maisonnette, travaillant un jour sur deux, chez le fermier voisin et défrichant peu à peu les quelques hectares achetés à crédit, c'est-à-dire à des conditions toujours onéreuses.

On nous opposera de nombreux insuccès, des ruines, des désastres; mais la colonisation, mais les progrès de l'Algérie ne se font pas sans luttes, sans combats; partout, dans toutes les batailles, il y aura toujours des vaincus; ce sont là des sacrifices nécessaires pour assurer la victoire et souvent le destin choisit ses victimes parmi les meilleurs et les plus vaillants.

Mais où donc est la plage vierge de naufrages? Dans quelle contrée les pierres du chemin n'ont-elles pas fait saigner les ongles des plus robustes? Dans quel pays les épines de la brousse n'ont-elles pas ouvert des plaies cuisantes? Il s'agit ici de la lutte pour l'existence, *Gloria Victis!*

Mais la cause de beaucoup d'insuccès réside dans une organisation défectueuse; les premiers colons ont reçu gratuitement ou ont acquis des concessions beaucoup trop vastes pour leurs maigres ressources; la terre allait manquer, semblait-il ! On s'assurait par mille moyens *d'immenses territoires* qui sont restés incultes depuis vingt-cinq ans. M. Lecq, professeur d'agriculture, a discrètement montré le mal, il engage (1) les colons à réserver

(1) *Algérie agricole.*

leurs forces sur un espace de terrain plus limité : *cultivez peu et bien*, disait-il en substance.

Au lieu de suivre cette voie, le cultivateur s'est perdu en embrassant de vastes territoires; 10 hectares étaient insuffisants à son amour immodéré de la terre; il fallait des *lots de ferme*, 50, 100 hectares, avec un capital de 10,000 à 20,000 francs, dont une partie était souvent en expectative. Ce système qui comportait de gros intérêts (1) devait amener des ruines à la première mauvaise récolte; aussi trouve-t-on des villages où la plupart des concessions sont actuellement tombées aux mains du prêteur, juif souvent, mais parfois très chrétien.

Aussi la meilleure combinaison à proposer aujourd'hui à un immigrant, c'est d'apporter ses capitaux à l'un de ces nombreux colons obérés, débordés, trop heureux de rester co-propriétaire d'un domaine qui demain peut-être serait vendu pour rien.

Métayage. — En dehors de ces considérations générales et sans vouloir traiter en détail une question si complexe, il nous reste à parler de l'un des moyens, *du meilleur moyen* de créer cette petite propriété, d'augmenter le nombre de ces petits colons, qui sont la force et la richesse de la colonie.

Le métayage ou vigneronage, c'est-à-dire le *partage des fruits*, dans des conditions à déterminer, reste la forme la plus simple, la plus désirable, *d'une association indispensable entre le travail et le capital.*

La participation effective du travailleur dans les bénéfices de l'exploitation agricole. Voilà la formule démocratique qui devrait servir de base à tous les contrats agricoles. Le salarié devient *associé*, sa situation morale est relevée; il aura désormais une part dans cette récolte, résultat indéniable de son dur labeur; il partagera les risques dans ces inévitables accidents qui font de l'agriculture la plus dure école des vicissitudes humaines; enfin il pourra espérer voir luire le jour où il deviendra à son tour propriétaire d'une parcelle de ce sol si ardemment convoité.

Ce jour-là, la société aura accompli envers lui un grand acte de justice et de réparation; elle aura créé en même temps un nouveau foyer; elle aura augmenté la fortune publique, *en établissant une famille rurale.*

Voilà un premier résultat; mais notre société moderne, essentiellement démocratique, n'a pas achevé son rôle, dans cette grande œuvre de colonisation. Il faut mettre ce nouveau colon à l'abri des erreurs et des préjugés; il faut lui éviter les dures écoles du début et lui donner *les moyens d'augmenter ses récoltes en qualité et en quantité.*

Désormais sa fortune est liée à celle du pays et la France ne devrait pas voir sans douleur, sans inquiétude, la ruine de l'un de ses administrés.

(1) De 8 à 12 pour cent.

C'est ce sentiment de solidarité qui nous a poussé à étudier les conditions particulières de l'agriculture en Algérie. Le cadre de cette courte étude ne comporte pas une revue générale de toutes les cultures, mais nous allons parler succinctement (au point de vue économique) de la vigne et du vin qui, d'après quelques-uns, ne semblent pas répondre aux espérances conçues par les premiers planteurs.

Viticulture. — Il est certain que la baisse survenue sur les vins depuis décembre 1886 a été pour beaucoup dans la crise foncière actuelle. On avait cru pouvoir compter sur les prix de 1884 et 1885, 20 à 22 francs pour les petits vins, 30 à 35 francs pour les vins de choix. C'est à peine si, dans les calculs les plus sérieux, on admettait une baisse de quelques francs, et les cours actuels se raisonnent à 12 francs pour les vins de plaine et 22 francs pour ceux de coteaux! Hâtons-nous d'ajouter que certains crus, déjà cotés, certains cépages remarquables ont obtenu 28 et 30 francs l'hectolitre en décembre 1887, mais c'est là une exception dont nous reparlerons.

En 1887, certaines Sociétés ont récolté, les unes 20,000, les autres 10,000 hectolitres; de nombreux propriétaires ont récolté 5,000, 2,000 hectolitres; si l'on songe que tous les détenteurs avaient escompté à l'avance le produit de leurs récoltes aux cours des années précédentes, on voit de suite quelles lourdes charges sont venues brusquement écraser les imprévoyants. Nous disons les imprévoyants, car une baisse sur les vins était prévue et annoncée; cependant nul ne la croyait si proche ni surtout si forte.

Déjà nous en avons dit les raisons; et nos communications à la Société d'agriculture d'Alger ont prouvé que la surproduction étrangère était la cause principale, en dehors des causes accidentelles : *diminution dans la consommation générale* et *médiocrité sensible dans la qualité de la dernière récolte.*

La question qui se pose tout naturellement est de savoir si la disparition de ces causes amènera un relèvement dans les cours actuels, absolument insuffisants pour permettre à la viticulture de remplir ses engagements et de continuer ses plantations.

Si l'on tient compte des différents facteurs parmi lesquels *la reconstitution de nos vignobles du midi et du sud-est* tient la première place, il faut bien reconnaître : 1° que la France est à la veille de retrouver la moyenne de ses anciennes récoltes; 2° que les vins étrangers continueront à chercher sur les marchés de la métropole un écoulement à leurs produits. De là concurrence redoutable.

A côté de ces deux faits opposés aux intérêts des Algériens, la dénonciation du traité avec l'Italie et la guerre aux vinés d'Espagne sont des avantages considérables pour la viticulture algérienne. A l'aide du vinage, elle

pourra tirer meilleur parti de ses petits vins condamnés à la chaudière par suite de leur mauvaise constitution.

Voilà pour les vins de plaine, beaucoup trop nombreux, dont la qualité s'améliorera avec l'âge des vignes et surtout par des procédés plus rationnels dans la culture et dans la vinification.

Quant aux vins de qualité supérieure et de conservation certaine, on peut espérer que leurs prix ne subiront pas une nouvelle dépréciation ; ils nous semblent appelés, au contraire, à obtenir une plus-value, lorsque leurs mérites seront mieux connus. C'est ainsi que déjà nous avons pu accorder *50 francs* l'hectolitre pour des vins vieux de Cabernet, Syrrah, Pinots, et jusqu'à 100 francs pour des Sémillon-Sauvignon.

Ces faits prouvent que le commerce saura toujours accorder des prix en raison de la *valeur réelle des produits*. Il sont aussi pour la propriété, un encouragement à multiplier les bons cépages.

Mais en attendant ces progrès nécessaires, examinons rapidement les meilleurs moyens d'améliorer les qualités ordinaires qui constituent la grande masse des vins algériens. Nous avons parlé de leur mauvaise constitution ; elle est due à deux causes principales : une association anormale des cépages et une fermentation incomplète.

Nous nous sommes expliqué si souvent sur les qualités et les défauts des cépages, qu'il nous semble inutile de nous répéter (1); rappelons seulement que l'Aramon, le Cinsault, le Petit-Bouschet peuvent être propagés comme grands producteurs ; c'est ainsi qu'avec la *culture en chaintres* (2) le Cinsault et le Petit-Bouschet ont donné 250 et 300 hectolitres à l'hectare.

Les fermentations des raisins de ces divers cépages s'accomplissent rapidement et laissent des vins fermes, solides, nerveux, promettant une conservation assurée. Car là réside tout le danger, et tels vins produits par la Carrignane, l'Alicante, sont forcément abandonnés par le commerce qui a tout à redouter des vins encore doucereux, souvent incomplets, susceptibles d'accidents multiples.

Certes, nous savons que les conditions climatériques offrent certaines difficultés, certains dangers pour l'accomplissement complet de ce grand acte de la vinification.

Mais devant les multiples exemples relevés dans cette même province d'Oran, en présence des membres les plus autorisés du Comice agricole, de la Société d'Agriculture, nous affirmons une fois de plus que les difficultés et les dangers ont été exagérés et que la simplicité des procédés a toujours donné des résultats supérieurs à ceux obtenus dans les caves savamment organisées.

(1) *Manuel du vigneron en Algérie et Tunisie.*
(2) *Journal d'agriculture pratique* : La vigne en chaintres.

Les avantages des cuvaisons en *petits foudres* ou même *dans des tonnes défoncées*, laissées à *l'air libre*, *dehors*, sous un simple hangar, sont désormais prouvés et établis. Mais ils doivent être rappelés bien haut, pour permettre à la petite culture, à l'humble vigneron de venir se fixer ici, pour prouver au modeste travailleur que l'établissement si coûteux d'une cave, d'un cellier n'est pas indispensable à une bonne vinification.

En proclamant ces vérités, en poussant à l'étude de ces grandes questions économiques, le Congrès d'Oran peut avoir une influence considérable sur le développement de la colonisation en Algérie. C'est le vœu d'un homme désintéressé qui rêve l'émancipation du travailleur par les progrès de l'agriculture.

Mme la Duchesse de FITZ-JAMES

A Saint-Benezon (Gard).

SUR UN MOYEN DE CONSERVER LE VIGNOBLE ALGÉRIEN A PEU DE FRAIS ET SANS INTERRUPTIONS DE RÉCOLTE

— *Séance du 3 avril 1888* —

L'histoire naturelle, prenant ce mot dans un sens strictement historique enseigne que depuis la création, jamais l'homme n'a su triompher d'une façon définitive des infiniment petits.

L'histoire humaine, au contraire, raconte que par ruse, science ou bravoure, les manifestations les plus puissantes de la force brutale sont venues se briser aux pieds de l'homme intelligent, créé pour régner sur la terre.

1° Pourquoi les infiniment petits échappent-ils seuls à cette domination?

Serait-ce que les moyens humains, trop grands pour ces infimes, ne puissent leur créer de prisons assez étroites, ou que la punition attachée à la consommation intempestive de la pomme défendue poursuive l'orgueil de la science acquise au travers des siècles, comme le ver obscur et caché rappelle la pourriture au fruit dont il mine la splendeur ?

Bref, sans nous attarder à un mystère insondable, bornons-nous au regret de constater le néant des forces de l'homme devant les fléaux intangibles, qui le harcèlent dans son âpre lutte pour la vie. Jamais il n'a pu désarmer devant la moisissure qui dévore son bien, ou l'insecte qui, vivant, trouble son sommeil, et, mort, aide la terre à dévorer et à disperser ses cendres. Cette éternelle résistance des petits semble encore plus étrange,

quand, suivant M. de Saporta, on mesure dans la profondeur de la Provence préhistorique les êtres énormes et fantastiques qui du fond des eaux n'avaient qu'à lever la tête pour brouter la cime des plus grands arbres. Ceux-là ont reculé devant l'homme, tandis que l'invisible oïdium résiste et tient depuis quarante ans le chef de la création, un soufflet plein de soufre à la main, ridicule vainqueur d'un ridicule combat.

2° Les vieilles pratiques viticoles nous apprennent que du temps où la famille et l'hérédité régnaient en souveraines, et où ces maternelles autorités conservaient pour le petit-fils encore à naître le cep planté par le grand-père, il arrivait à des souches centenaires, déformées mais non usées, d'affecter des formes plus pittoresques que pratiques. En ces cas fréquents, si un drageon bienvenu et bienvenant s'élançait du vieux tronc selon la verticale perdue, le vigneron s'en emparait, joyeux, pour employer l'exubérance d'un système radiculaire plein de vie, au remplacement d'un système aérien, las de lutter avec le vent et incapable de porter le poids de ses récoltes.

3° Nous trouvons dans les travaux, à la fois savants et pratiques de Cazalis-Allut (1823), comment le greffage d'une variété française sur pied de même race donnait d'excellents et durables résultats tant au point de vue du changement de variété désiré qu'à celui du rajeunissement transmis à une vieille souche par le renouvellement simultané de son système radiculaire et de son système aérien.

4° Nous savons, depuis 1875, d'une façon générale, mais indiscutable, que pour multiplier des bois américains encore rares, on a recours à la greffe profonde affranchie, la même que Cazalis-Allut avait pratiquée, greffon français sur pied français; mais, dans le cas qui nous occupe, greffon américain sur souche française de tout âge.

5° A Cadillac, depuis 1881, la greffe latérale, sans ablation du système aérien, donne des résultats excellents.

Par déductions logiques de ces faits, on arrive à une espérance solidement motivée et rassurante pour les vignerons, que l'approche du phylloxera menace.

Au risque de me faire maudire par ceux que je veux servir, je dois reconnaître que si le vignoble algérien a été créé entre de légitimes espérances et des dangers lointains que l'on croyait conjurer, le danger a vaincu l'espérance. La mer, la première, a manqué à ce que l'on attendait d'elle, et n'a pas creusé entre l'Algérie et l'Espagne le gouffre infranchissable qui devait arrêter l'invasion.

Si c'est de France qu'est venu le malheur, ce sera aussi de France, aussi prompt que le danger, que viendra le salut, permettant au colon-vigneron de sauver ses vignes d'une ruine certaine, sans interrompre le cours régulier des récoltes dont il a pris la douce habitude.

Mais si l'application collective des principes sus-énoncés est neuve, ces principes eux-mêmes, pris isolément, sont confirmés par les années. C'est pourquoi la greffe de Cadillac, avec la modification qui en fait l'avantage actuel, l'affranchissement, devra donner le résultat que nous sommes en droit d'espérer sur des vignes aussi jeunes et saines que le sont celles des colons auxquels je m'adresse.

1° LA LUTTE CONTRE LES INFINIMENT PETITS

L'histoire des insectes, comme celle des cryptogames, proclame l'inanité de toute lutte de ce genre, autrement que comme palliatif momentané, et, partant, onéreux.

Depuis le microbe qui foudroie l'homme, jusqu'à la punaise qui, sans respect pour la gloire, harcèle le vainqueur au soir du combat, et qui, au mépris de règlements et consignes, prend plus irrésistiblement un quartier d'assaut que ne le ferait une troupe bien armée. Il n'est pas un chef qui, en présence de troupes supérieures, refuserait de tenter l'aventure d'un combat, mais pas un n'accepterait la mission de faire mordre la poussière à la dernière punaise de la caserne ; il préférera poursuivre les burnous blancs, disparaissant dans le sable du désert, plutôt que de rechercher la fuyarde, entrevue et pourtant invisible, qui s'enfonce dans les planches, ou qui, d'un brin de paille, se fait une forteresse.

Plus insaisissable encore, le mildew remue les millions français, tente les consciences, brise les volontés, et va jusqu'à ranger autour de ses méfaits, plaideurs, cours et tribunaux, pour n'avoir pas, par avance, teint d'une pluie de sulfate de cuivre toutes les surfaces foliacées offrant asile à sa petitesse malfaisante.

Tout le monde connaît les péripéties de la récolte de Château-Laffite : le mildew avait si profondément altéré la qualité de ce grand vin, que le vendeur, baron de Rothschild, voulut et obtint d'annuler le marché plutôt que de laisser les myriades de quasi-bestioles, qui avaient vaincu argent et intelligence, précipiter le noble vin de la table des grands à celle de leurs valets.

Comme l'a dit si justement le professeur Riley, à mesure qu'on s'élève des bas-fonds du monde des cryptogames vers les sommets de la hiérarchie animale, on voit perdre à l'invincibilité ce que gagne le volume et les moyens apparents de défense; on retrouve, dans le cas du phylloxera, l'application de la loi qui règle la rapidité de reproduction sur la destructibilité du sujet. Cette délicatesse n'est qu'apparente, car l'insecte dont on détruit des myriades en refermant la main sur une racine contaminée, résiste à des températures qui figeraient un ours blanc, et ne subit l'asphyxie cherchée dans la submersion que sous des pressions très considé-

rables, puisque le poids de 0,40 d'eau est nécessaire pour lui couper la respiration d'une façon réelle et définitive.

2° COMMENT JADIS ON RAJEUNISSAIT LES SOUCHES

Du temps où l'on plantait pour des héritiers encore à naître, c'est-à-dire à l'époque où les vignes atteignaient des vétustés que je n'ose préciser, entre la crainte de rester au-dessous de la vérité et celle d'être taxée d'exagération, on rencontrait, à côté de grands avantages, quelques inconvénients d'avoir affaire à de si vieilles personnes. Parfois se courbant sous le poids des ans et des récoltes, ou cédant aux efforts du vent, la vieille souche se prenait à ressembler à une vieille femme, à cela près que pour cette dernière la caducité, c'était l'irrévocable jusqu'à la tombe, tandis que pour la souche, la résurrection attendait son heure sous la forme d'une de ces repousses que toute vigne encore vigoureuse est apte à voir surgir à sa base. Dans le Midi, nous appelons ces rejets, dont on peut provoquer la naissance par une taille plus courte, « *des Sagattes* » et, en effet, leur rapidité de croissance, leur rigidité, évoque une impression de flèche qui porte à se demander si « *Sagatte* et *Sagittaire* » n'auraient pas une étymologie commune. Lorsqu'une de ces repousses bien placée se présentait sur une souche mal tournée, au lieu de la supprimer, comme on le fait d'ordinaire des gourmands, on la taillait à trois yeux comme on l'aurait fait d'un jeune plant, afin de provoquer l'émission de trois sarments sur lesquels on formait une petite souche; si bien que, deux ou trois ans après, on pouvait couper le vieux pied et laisser toute la sève s'élancer dans la tige svelte et vigoureuse qui succédait au tronc déjeté, dont elle conservait, avec la ressemblance, fertilité et qualité, dues à des racines séculaires.

Mon histoire semble empruntée à quelque conte de fées, mais que le lecteur me fasse crédit de quelques pages : quand il verra où j'en veux venir, il s'intéressera très vivement à ma vieille souche et à son héritage.

Ce procédé antique ne rajeunissait que le système aérien; le suivant, déjà plus moderne, puisqu'il ne remonte qu'à 1823, rajeunissait le système souterrain en même temps que la partie foliacée.

3° LE GREFFAGE AFFRANCHI

Il est peut-être utile, pour ceux qui n'ont pas suivi de près le chemin parcouru en France, de donner quelques détails sur les opérations qui jusqu'ici semblaient sans intérêt pour l'Algérie.

Il est vrai que, par une hésitation qui est loin de mériter le nom de *sage prudence*, le midi de la France a laissé échapper le moment où le greffage affranchi aurait pallié le désastre. Aussi l'Algérie a-t-elle aujourd'hui sur

la mère patrie l'avantage d'avoir vu de loin, avec le calme et la clairvoyance que donne la sécurité, la marche de l'ennemi, la vanité de la résistance, dans les obstinations, successivement vaincues, de chaque département envahi à ne pas éviter les échecs ni imiter les succès du voisin attaqué avant lui.

Espérons que cette phase d'immobilité devant le péril sera plus courte en Algérie qu'elle ne l'a été en France. Le fait d'être colon impliquant l'action, la décision et l'habitude de se ployer sans se plier aux circonstances, et de leur résister sans se laisser briser, crée en eux une élasticité morale qui, en cette occasion, les sauvera de la mort lente qui tue l'habitant de France. Ce dernier, par habitude, compte sur l'Administration; dans le cas du phylloxera, cette confiance a éteint l'essor des décisions individuelles qui, livrées à leur fougue, auraient certainement trouvé le chemin le plus court.

C'est donc à l'esprit de conclusion et d'entreprise des colons que s'adresse ce résumé du chemin parcouru en Europe, persuadée que je suis que, s'emparant vivement de la branche de salut dont l'ombre s'allonge de la France jusque sur l'Algérie, ils trancheront le nœud de la reconstitution à leur plus rapide profit. Le système entier reposant sur une application de la greffe, c'est en elle, principe, que j'ai d'abord à capter la confiance du lecteur.

Une particularité commune à tous les végétaux sarmenteux, c'est de n'accepter la greffe que pratiquée sous terre, à cause du peu d'épaisseur et de la sécheresse de l'écorce commune aux Ampélidées...

L'obligation d'enterrer les greffons crée à ces derniers une propension à l'enracinement, variant dans ses conséquences avec le but visé : fâcheuse pour un sarment français, inséré dans un tronc américain; heureuse, lorsque comme Cazalis-Allut, on rajeunit tête et racines à une vieille souche française, ou que l'on transforme un cep à racines phylloxérables en un cep à racines résistantes.

4° GREFFON AMÉRICAIN SUR PORTE-GREFFE FRANÇAIS

Ce procédé, en employant des greffons *produits-directs* sur porte-greffes français et *appliqué à temps*, aurait atténué en grande partie les conséquences de l'invasion; mais il avait deux grands défauts, dont l'un était de supprimer une récolte si on réussissait, et l'autre, d'achever la mourante si l'on échouait, la suppression du système foliacé en pleine végétation étant toujours un danger.

Aussi n'est-ce plus à cet expédient de la première heure que j'adresse ceux qui m'écoutent, quoique, en comparant la destinée des rares vignobles qui, alors qu'ils étaient encore viables, ont subi la transformation, au sort

de ceux qu'on a laissés mourir pour les remplacer ensuite, on trouve que si, au point de vue physiologique, l'avantage, âge pour âge, est à la vigne replantée, le côté pécuniaire est plus satisfait par la succession non interrompue de récoltes; même en laissant de côté la vente du bois, souvent si lucrative, et en acceptant la perte d'une récolte, qui, par ce procédé, s'imposait presque complètement, l'année du greffage.

L'hésitation des maîtres à donner des dessous à l'ignorant entêtement de leurs valets, pour imposer ce greffage en produits directs, a laissé la mort faire son œuvre, en lui arrachant quand même les quelques exemples qui proclament aujourd'hui les torts de la routine. M. de Mahy, pendant son trop court ministère, avait compris le parti qu'on pouvait tirer de la greffe ainsi employée, mais quelques insuccès de greffages trop tardifs chez des gens qui ne voulaient risquer que leurs morts, ont donné trop beau jeu à la horde éternelle et indestructible des infiniment petits d'esprit. Ils partagent avec le phylloxera le don de nuisance persistante spéciale, trop paresseux pour apprendre, trop ignorants pour comprendre que, lorsqu'on greffe en produit direct, il faut laisser le greffon s'enraciner en paix, puisque c'est pour obtenir ces racines résistantes que le greffage a été pratiqué, et ensuite parce que la position superficielle de ces racines aura les meilleurs résultats sur la quantité comme sur la qualité des fruits.

La recommandation de ne pas couper les racines des greffons américains vise une dernière classe de jocrisses viticoles, qui semble ne pouvoir exister que dans une imagination malveillante; mais non, je puis citer et même montrer cet oiseau rare, capable d'enlever les racines de greffons américains affranchis avec toute la fureur qu'il eût été désirable de retourner contre les racines de greffons français, au lieu de laisser celles-là, devenant fibreuses, s'allonger en paix au détriment de la soudure.

Mais en voilà assez sur le greffage à tête abattue d'américains sur français, car ce système, aujourd'hui remplacé, avait l'inconvénient de hâter la fin des souches cachant si bien la mort dans leur sein, que, sans la voisine trop malade, qu'on aurait voulu ne point voir, on accuserait la maigre faucheuse de moissonner sans marquer au préalable ses victimes.

5° LA GREFFE DE CADILLAC

Cadillac est une jolie petite ville de la Gironde, admirablement située et entourée de bourgs habités par de véritables vignerons. Leurs noms, si honorablement connus, reviennent sans cesse au bout de la plume dès que l'on parle d'adaptation, de greffe ou de chlorose.

En tête de la phalange marche un lettré, un délicat, qui, je ne sais comme, a su convier Virgile au Comice dont il est l'âme et le parfum, en même temps que le protecteur.

Si c'est en vain que M. Dezeimeris cherche à se dérober aux gloires qu'il attire sur ses très aimés collaborateurs, c'est très crânement qu'il se met à leur tête, quand il s'agit de défendre les droits de la terre et de ceux qui la servent à ses côtés. Son digne élève, M. Cazeaux-Cazalet remplit, au Comice, les fonctions de secrétaire, fonctions dans lesquelles il s'était fait remarquer à la section des vignes américaines, au dernier congrès de Bordeaux. Je voudrais pouvoir citer nominalement tous les membres du groupe qui a imposé le nom de Cadillac au monde viticole.

M. Ballan d'Omet obtint un des premiers résultats sérieux d'un système de greffe latérale resté lettre morte entre les mains de ses premiers inventeurs, mais grâce auquel, suivi et perfectionné entre les mains d'une pléiade de chercheurs intelligents, Cadillac et ses vignes sont devenus un pèlerinage instructif, que je me suis empressée de faire avec M. Sahut, le savant observateur que tout le monde connaît, lors du congrès de Bordeaux.

Quels que soient les succès obtenus à Cadillac, il y aura à tenir compte des conditions climatériques des localités où l'on veut employer la greffe qui porte le nom de l'endroit où elle donne de si beaux résultats; elle sera évidemment bonne partout, mais la saison favorable à son emploi variera avec le climat.

Il est déjà acquis que sous le soleil de la région de l'olivier, cette greffe réussit mieux à l'automne qu'au printemps. La sève printanière, vivement appelée par la lumière, ne s'arrête pas à un greffon latéral non soudé, tandis qu'en automne, la soudure se fait lentement, solidement, à la faveur d'une végétation plus modérée et qui déjà s'engourdit en vue du sommeil hivernal. Vienne le printemps, le greffon se trouvera prêt à recevoir la sève, absolument comme les bourgeons propres du porte-greffe avec lesquels il s'établit un partage, au moins égal, s'il n'est même plus favorable au greffon.

En Gironde, au contraire, la greffe de printemps, sans ablation de la tête, réussit aussi bien qu'en automne, ce que j'attribue à l'intensité moindre de chaleur et de lumière qui distingue le climat de la région girondine de celui plus violent de la région de l'olivier. Par contre, en Gironde, la greffe en place, à tête abattue, ne réussit que lorsqu'elle est pratiquée beaucoup plus tard en été que dans le Gard. Les deux faits sont connexes; on comprend que, dans la greffe à tête abattue, l'effort nécessaire pour créer à nouveau et dans un temps relativement court, un remplaçant au système foliacé subitement retranché, demande une véritable résurrection, qui ne peut être obtenue d'une souche que si toutes les forces de la nature l'aident à triompher de cet arrêt de végétation.

La greffe de Cadillac ne heurte aucunement les lois naturelles et demande, au contraire, le concours de la nature dans ses conditions les plus

normales et les plus modérées. A l'appui de cette théorie, que l'extrême activité de la sève, *favorable à la greffe à tête abattue, va à l'encontre de la reprise de la greffe de Cadillac*, deux séries de greffes, faites le même jour de printemps dans le Gard, l'une sur des souches en place depuis deux ans, l'autre sur des remplaçants de l'année, ont échoué sur la première série et réussi sur la seconde, parce que les plants vigoureux avaient poussé vivement leur sève dans un élan trop furieux vers le soleil et que les plants à peine enracinés avaient végété aussi mollement qu'en sève d'automne.

Ce qui est vrai dans la région de l'olivier, sera encore plus vrai en Algérie ; à l'expérience de fixer le moment d'automne où, entre pluie et soleil, la greffe trouvera son heure favorable.

L'obligation de greffer en automne est plutôt un avantage là où la douceur de l'hiver le permet. Le greffon soudé à l'avance se conduit, nous l'avons déjà vu, exactement comme les bourgeons spontanés et accomplit, contrairement à l'usage chez les greffons, une évolution assez complète pour permettre le complet aoûtement de son bois.

Il est temps de remarquer que si la greffe que je propose garde de Cadillac, et le nom, et le mode d'opération, elle s'en éloigne sur quelques points que, pour plus de clarté, je mettrai ci dessous en regard.

Les motifs de ces différences sont que nous demandons à la greffe en question plus qu'elle ne donne aux Girondins. En effet, il leur suffit d'obtenir des raisins français sur racines américaines, tandis que, dans la forme modifiée que je vous présente, le greffon doit émettre des racines résistantes, et, de plus, la souche primitive est appelée à mûrir ses récoltes françaises jusqu'à ce que les systèmes radiculaires et folliacés du greffon soient aptes à produire des fruits propres.

Voici donc les différences entre l'application de la greffe latérale à Cadillac et son application à étudier pour l'Algérie :

GREFFE DE CADILLAC APPLIQUÉE EN GIRONDE	GREFFE DE CADILLAC MODIFIÉE, APPLICABLE EN ALGÉRIE
	Saison.
Printemps.	Automne.
	Age du sujet.
Deux feuilles.	Tout âge.
	Profondeur.
8 à 10 centimètres *au-dessus* du niveau du sol.	8 à 10 centimètres *au-dessous* du niveau du sol.

Greffon.

Remplissant la fente entièrement.	Remplissant la fente d'un seul côté: si la souche est forte, mettre deux greffons.

Liber.

En contact des deux côtés.	En contact d'un seul côté, à moins d'employer deux greffons.

Soins ultérieurs. — Tête.

Pincer les pousses.	Laisser subsister la tête qui produira ainsi ses récoltes jusqu'à ce que le greffon soit à fruit.

Racines.

Les enlever avec soin.	Laisser subsister les racines et encourager leur formation par tous les moyens possibles.

On peut résumer ces différences en disant qu'à Cadillac on insère dans un porte-greffe américain un greffon français, avec défense à ce dernier d'émettre des racines et avec suppression progressive, et dès la première année, de la tête du porte-greffe.

Dans le procédé que je désigne sous le nom de « greffe de Cadillac modifiée » et que M. Bergis appelle « procédé Fitz-James », on insère un greffon américain dans un porte-greffe français, en provoquant son enracinement et en conservant la tête française aussi longtemps qu'elle est fertile (1).

J'explique ma foi en ce procédé par la série de faits développés plus haut et rendus concluants par leur ancienneté même. Leur réunion enseigne :

1° Qu'il est illusoire de lutter contre le phylloxera, parce qu'il appartient à la horde invincible des infiniment petits;

2° Qu'une jeune tige peut être formée à côté de celle qu'elle doit remplacer;

3° Que la greffe affranchie est une cause de rajeunissement et de durée pour une souche de tout âge, moyennant que les racines du greffon soient

(1) A la dernière session de la Société des Agriculteurs de France, M. le marquis de Dampierre a cité, à l'appui de mon dire, l'exemple d'un Herbemont ayant reçu un greffon latéral d'Alicante-Bouschet, portant depuis longtemps déjà des fruits sur ses deux têtes, sans que le voisinage amenât de troubles d'aucune sorte. Des exemples inverses, datant des débuts de la vigne américaine en France, ont été cités, en novembre dernier, à la Société d'Agriculture du Gard.

indemnes, comme l'étaient les racines françaises au temps de Cazalis-Allut, et comme le sont actuellement les racines américaines;

4° Que le greffage affranchi susdit, appliqué à des greffons américains sur souches françaises, présente les mêmes avantages que le greffage mentionné ci-dessus, plus celui de la résistance au phylloxera;

5° Que la greffe latérale, avec conservation momentanée de la tête, telle qu'elle est pratiquée à Cadillac depuis huit ans, donne d'excellents résultats avec des greffons français sur souches américaines;

6° Que la tête française peut vivre et fructifier à côté du greffon américain qui lui est lié aussi longtemps que ses racines peuvent la nourrir et même après, car il est possible que la fusion se fasse entre cette vieille tête et les jeunes racines américaines, à mesure que les racines françaises s'atténuent. L'expérience seule pourra dire quelle sera la durée des avantages dus à la conservation de la vieille tête, mais ce que l'on peut affirmer, c'est que lorsque l'ancien système foliacé viendra à manquer, il se trouvera, et par avance, remplacé de manière à ce que l'évolution se passe sans la perte d'une seule récolte, et sans que cette sécurité définitive lui ait coûté aussi cher que le prix d'une année d'application des fugitifs et fallacieux insecticides.

La réunion de ces cinq faits conduit à un sixième et dernier, qui sera le mot de la fin de ce déjà trop long discours :

Il nous est permis d'espérer que l'insertion latérale et profonde d'un greffon américain dans un tronc français de tout âge permettra à la souche française de mûrir ses récoltes jusqu'à ce que le phylloxera ait achevé de détruire ses racines.

Que le greffon américain qu'elle aura nourri, sans dommages pour elle-même, muni d'un racinage résistant et d'un système aérien jeune et vigoureux, remplacera la souche mourante et continuera sa carrière sans interruption aucune, sous forme de produit direct, à moins que le surgreffage, recommandé par Cazalis-Allut, ne ramène la fertilité des variétés françaises dont les colons ont déjà une si douce habitude.

Le système que je prône s'appuie, on le voit, sur une succession de certitudes successivement étudiées. Elles concourent toutes également à étayer le fait probable et logiquement démontré, que la greffe de Cadillac, pratiquée à une profondeur appropriée, donnera le résultat cherché, de créer une jeune souche résistante, *au moyen, et non au détriment, d'une souche française non résistante, mais encore vigoureuse.*

Il va sans dire que la jeune pousse émise par le greffon devra être conduite comme l'étaient jadis les drageons de remplacements dont nous avons parlé au commencement de cette étude, qu'on la dressera en souche à fruit de manière à former, tête et racine, un cep complet, utile remplaçant de la souche condamnée; tandis que celle-ci, sans jalousie de dé-

missionnaire froissé, nourrira celle qui doit lui succéder, tout en donnant ses pleines récoltes, jusqu'au jour où, devenue inutile, elle sera supprimée. Le greffon affranchi qui aura vécu de sa vie la remplacera si bien. que ce sera à peine si on aura le temps de regretter le passé, tant il aura été tôt et bien remplacé. Une facilité spéciale pour l'Algérie, c'est la parfaite adaptation au climat des deux meilleurs producteurs directs connus: l'Herbemont et le Jacquez, cépages excellents dans la région méditerranéenne.

Si, plus tard, il devenait désirable de retrouver la grande fertilité des cépages français, fertilité à peine entrevue et qui s'enfuit à tire d'aile sur ses racines françaises et défaillantes, on ne rencontrerait, selon Cazalis-Allut, aucune difficulté à répéter le greffage au-dessus du précédent.

Quant au prétendu danger du voisinage pour les vignes encore saines. de ces *greffages réparateurs*, je dirai une fois de plus, quitte à me répéter: 1° que ce danger est nul *si on n'emploie que des greffons algériens, dont le point de départ aura été le semis en sol non contaminé:* 2° qu'il est encore nul de la part des greffons de semis, parce que l'ennemi, étant déjà dans la place, il n'y a plus à l'y apporter.

Nous avons vu plus haut que les racines américaines avaient été le véhicule du phylloxera, mais notez que j'ai dit *racines*, et que je n'ai pas dit *pépins*. Cette distinction est de la dernière importance, car c'est à la faveur de ce premier fait indéniable, qu'il s'est glissé dans les convictions irréfléchies la plus incroyable et nuisible des erreurs, je veux parler du préjugé qui veut voir dans les pépins américains et dans leur semis un agent de propagation de l'insecte.

La première réponse à cette étrange crainte est une question : comment le phylloxera pourrait-il être transmis par un pépin? serait-ce par son étroite surface, à la fois si dure et si lisse? ou serait-ce par l'imperceptible plumule si bien renfermée, que du fond de sa prison elle n'a pu apercevoir ni ciel ni terre contaminés? J'attends en vain une réponse, en demandant si on ne pourrait réconcilier provisoirement logisme et illogisme par les lavages les plus désinfectants de ces petits prévenus, et laisser les pépins ainsi accommodés passer la frontière, pour le plus grand bien des colons et la plus grande honte des fraudeurs qui, malgré prohibitions, etc., ont si bien contaminé le pays?

Une autre objection plus réelle, mais aussi plus remédiable, c'est que la présence de plants de semis, *indemnes* et *tolérés*, rendra plus difficile la condamnation aux flammes de plants contaminés et non tolérés.

Je laisse à qui de droit la tâche de trancher cette difficulté, car elle sort du cercle viticole pour entrer dans celui de l'administration, sur laquelle je préfère m'appuyer en la respectant. Du reste, rien ne gênera mieux les importations nuisibles que de favoriser la production indigène de plants

indemnes. C'est en entravant cette dernière qu'on créerait un marché lucratif aux importations occultes, et en réalité incoercibles, étant donné combien il faut peu de phylloxeras pour contaminer une province.

A quoi ont servi jusqu'ici les proscriptions fermant si cruellement l'Algérie aux oignons de tulipes, aux camélias et aux cerises espagnoles? L'insecte en a-t-il moins envahi le sol algérien? Prouvant avec quel succès sa petitesse franchissait les cordons sanitaires, les régiments et les baïonnettes dont on a si vainement cerné ses avant-postes à Tlemcen?

Il est vrai que lorsque ces points d'attaque ont été avoués en Algérie, on les connaissait depuis quelque temps sans les déclarer, ce qui implique une certaine ancienneté et explique la solidité des lignes de défense de l'assiégé. Un voyageur que j'ai rencontré en 1885 m'a donné des détails sur des taches existant à Tlemcen, en été 1884, me prouvant que le mal en était déjà arrivé, sur ces points du moins, à sa période incoercible. Ceci est une preuve de plus de la vanité d'opposer des frontières à de si petits voyageurs. Les mailles les plus serrées que l'on puisse leur opposer, leur sembleront toujours des portes cochères.

Quant à la transmission par les racines provenant de pays contaminés, elle est incontestable et l'introduction de boutures, même désinfectées, doit être considérée comme dangereuse. Si théoriquement elles *doivent* être indemnes, il peut, à la rigueur, rester des œufs sur un plant coupé accidentellement trop près de terre ou ayant été momentanément enterré.

L'urgence d'envisager la situation sous son vrai jour est aujourd'hui d'autant plus grande, que la reconstitution par la greffe ne donne des résultats que pratiquée sur des souches en pleine vigueur; sinon, la sève montante d'une souche épuisée sera insuffisante pour provoquer, sous sa forme descendante, l'enracinement cherché par la greffe profonde.

Dans ce dernier cas, la désorganisation de la vieille racine se produira dans des conditions de rapidité pouvant engendrer, pour leur plus grand malheur, le pourridié au pied des greffons, tandis que douze années d'expérience me démontrent *qu'un greffon affranchi*, sain et vigoureux, procure au porte-greffe qui l'a nourri, d'abord un prolongement de vie souterraine, et ensuite une fin si lente, que, dans son cas, il y a plutôt atténuation progressive de l'ancien système radiculaire du porte-greffe que mort et pourriture subséquente et dangereuse de ses restes.

J'affirme que tous les détails rétrospectifs donnés dans cette étude et qui étayent le fait heureux que je crois pouvoir énoncer, sont rigoureusement exacts.

J'ajoute qu'il est permis de croire, qu'au moyen du greffage affranchi sans ablation de la tête, on peut reconstituer un vignoble contaminé, sans interruption de récolte, sans grandes dépenses et *surtout sans danger pour le vignoble voisin*.

La greffe latérale affranchie, tel est le salut espéré, moyennant qu'elle sera appliquée pendant qu'il en est temps encore et avec des greffons empruntés exclusivement à des plants provenant de semis et à l'exclusion absolue de tout plant importé et, par conséquent, contaminé. C'est à ces conditions et pas autrement, que la greffe se prêtera utilement à la transformation du vignoble algérien dont les années sont malheureusement comptées.

A la suite du changement d'espèce ainsi obtenu, il défierait l'invasion qui mord ses frontières et arrache déjà des lambeaux à sa verte parure. Sur quelques points ce n'est déjà plus qu'une question de temps, de jours et de semaines; pour quelques privilégiés du sol ou de la distance, de mois ou d'années ; mais, avec le printemps qui s'avance se révéleront de nouveaux points d'attaques qui, eux aussi, répéteront ce que l'Europe sait de trop : combien serait vaine la défense appuyée sur d'autres bases que sur la reconstitution américaine, définitive et durable. Ceci n'est malheureusement pas neuf, mais ce qui est plus moderne, plus consolant et sur quoi je m'efforce d'attirer et surtout de fixer votre attention, c'est sur le *moyen* de conquérir la résistance sans la payer du pain quotidien.

M. A. AUDOYNAUD

Professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier.

ÉTUDE SUR LA FERMENTATION RAPIDE DES MOUTS DE RAISINS

— *Séance du 8 avril 1888* —

En 1885, je constatais ce fait passé inaperçu que le plâtre, ajouté aux vendanges au moment de la mise en cuve, activait la fermentation; le sucre par son dédoublement donnait dans les moûts plâtrés un dégagement rapide de gaz carbonique et la liqueur s'enrichissait plus vite en alcool; la durée de la fermentation tumultueuse était ainsi notablement diminuée. Les mêmes résultats s'étant produits dans des expériences faites en 1886, qui sont rapportées à la fin de ce Mémoire (tableau I), j'ai été conduit à m'occuper des conditions qui peuvent, d'une manière générale, favoriser le développement du ferment alcoolique.

Dumas (*Annales de Physique et Chimie*, 1872), avait déjà traité une question analogue, en faisant agir la levure de bière sur des solutions de sucre candi et, à la fin de son intéressant Mémoire, il avait indiqué un certain nombre de substances qui, ajoutées à la liqueur, favorisaient ou ralentissaient l'activité du ferment alcoolique. Parmi les substances qui favorisent la fermentation, il indique :

Le sulfate de potasse;
Le chlorure de potassium;
Le phosphate de potasse;
Le tartrate et le bitartrate de potasse;
Le phosphate de soude;
Le sulfate de soude;
Le phosphate d'ammoniaque;
Le sulfate de magnésie;
Le sulfate de chaux;
Le chlorure de calcium;
Le sulfate de cuivre au $\frac{1}{40.000^e}$; (au $\frac{1}{2.000^e}$ il arrête la fermentation, voir *Microbiologie* de Duclaux).

Dans la liste des substances qui sont passives ou qui affaiblissent l'action de la levure, on trouve :

L'azotate de potasse;
Le borax;
L'azotate d'ammoniaque;
Le tartrate d'ammoniaque;
Le sulfate de fer au $\frac{1}{350^e}$;
Le sulfate de manganèse au $\frac{1}{350^e}$, etc.

Ces conclusions de Dumas sont-elles applicables à la levure alcoolique du moût de raisin qui n'est pas identique aux levures de bière? Il me paraissait intéressant de le vérifier; déjà, pour le sulfate de chaux, nous trouvons un certain accord; en plaçant dans les mêmes conditions des moûts plâtrés et non plâtrés, mes expériences de 1886 montrent que pour les premiers la fermentation marche plus vite. En est-il de même pour les autres substances ci-dessus mentionnées et pour d'autres qu'on pourrait y ajouter?

La régularité et la rapidité de la fermentation me paraissent avoir une grande importance. D'abord, elles paraissent contribuer à la conservation du vin; des vignerons experts affirment que les vins sont de bonne conserve les années où la fermentation tumultueuse s'accomplit vite et régulièrement. On en conçoit la raison, en se rappelant les travaux de Pasteur. Les germes qui deviennent dans le moût la levure alcoolique viennent du dehors; ils ne sont pas contenus dans le grain de raisin, mais ils sont déposés sur la surface des grappes et toujours accompagnés de plusieurs autres espèces, parmi lesquelles se trouvent certainement les ferments de maladie. Or, d'après Pasteur, l'alcool est le grand ennemi de ces derniers; il empêche leur évolution. On peut donc espérer de produire sur eux cet arrêt de développement en activant la vie du ferment alcoolique, c'est-à-dire en enrichissant rapidement la liqueur en alcool. C'est ce qui me permettait de dire dans une note antérieure sur mes expériences de 1886,

que le plâtrage des vendanges était, quant au résultat final, comparable à un vinage anticipé.

Il n'est guère possible d'admettre que toujours le moût de raisins soit dans les meilleures conditions possibles pour le développement du ferment alcoolique ; il se présente souvent des circonstances locales ou accidentelles où le moût doit manquer de certains principes utiles à la vie du ferment, ou les posséder dans des conditions insuffisantes d'assimilabilité. L'addition de certaines substances doit donc s'imposer. Si nous laissons de côté les aliments hydrocarbonés (sucre, etc.), auxquels on pourra toujours remédier par des apports directs de matière sucrée, nous avons à examiner les aliments azotés et les aliments minéraux. L'addition de matières organiques azotées, assimilables par la levure alcoolique, n'est pas possible dans l'état actuel de nos connaissances sur ces substances, il faut recourir aux composés ammoniacaux ou aux nitrates ; et quant aux principes minéraux, il semble rationnel de s'adresser aux sels minéraux suffisamment solubles dans le moût de raisin. C'est ce que nous avons fait dans les recherches qui ont fourni les tableaux qui terminent ce Mémoire.

Pour juger de l'activité de la fermentation on a, dans certains cas, arrêté l'expérience à un moment donné et dosé l'alcool du vin produit : ailleurs on a mesuré, à intervalles de temps égaux, les volumes de gaz carbonique dégagé ; avec le compteur Houdaille, ces intervalles étaient de douze heures. Quelques-unes de mes recherches ont été faites avec des raisins secs (1) dont la composition est donnée au tableau II ; pour les plus récentes on a pris des raisins frais de Terret-Bourret, dont la composition est la suivante par kilo :

		Grammes
Eau		771,00
Matières organiques combustibles		214,31
Cendres		14,69
Cendres	Partie siliceuse résistant aux acides	7,815
	Oxyde de fer et alumine	3,042
	Acide phosphorique	0,459
	Acide sulfurique	0,580
	Acide carbonique	0,224
	Potasse	1,629
	Chaux	0,798
	Principes non dosés	0,143

De plus on a trouvé :

Azote	0,902

(1) Pour faciliter la fermentation, assez lente d'ordinaire, des raisins secs, on ajoutait à chaque flacon 10 centimètres cubes d'une liqueur contenant des ferments conservés des vendanges précédentes.

qui correspondrait à $5^{gr},64$ de matière albuminoïde, si tout l'azote est sous cette forme; quant aux sucres réducteurs, le polarimètre et la liqueur de Fehling en ont indiqué 139 grammes. Les 43 grammes de sucre des raisins secs donneraient sensiblement, par fermentation, 10 litres d'acides carbonique et 25 centimètres cubes d'alcool pur; les 139 grammes du sucre des Terret-Bourret devraient aussi fournir sensiblement dans les mêmes conditions 32 litres de gaz carbonique et 80 centimètres cubes d'alcool.

Toutes ces données étant posées, il nous faut examiner et discuter les résultats consignés dans nos tableaux.

1. — On peut voir que, dans toutes nos expériences, les sels que nous avons choisis pour être ajoutés en faible proportion au moût ($0^{gr},5$ à 1 gramme par kilo) ont confirmé les indications de Dumas, mais à des degrés différents. Dans toutes, on a accru la vitalité de la levure alcoolique.

2. — Les sels ammoniacaux, sulfate, phosphate, carbonate tiennent le premier rang. Il est probable que les matières azotées du moût ont besoin de subir une transformation pour donner des produits aptes à nourrir le ferment; et cette transformation doit être assez lente à se produire; aussi la levure alcoolique rencontrant le principe ammoniacal en solution dans la liqueur, en fait immédiatement son profit, à la condition toutefois que la proportion ajoutée laisse à la liqueur *une certaine acidité*. En voici des exemples :

Au tableau V, après trois et cinq jours de fermentation :

	Litres	
Le témoin a dégagé.	10,3	de gaz carbonique.
Le flacon avec demi-gramme de phosphate.	16,5	—
Et le flacon avec demi-gramme de carbonate.	17,1	—

En d'autres termes, un tiers du sucre à peine avait été décomposé dans le flacon témoin et un demi dans les autres avait disparu.

Résultat semblable sur les raisins secs ; après trois jours de fermentation (tableau IV) :

	Degrés.	
Le vin du flacon témoin dosait. . .	2,1	d'alcool.
Celui du flacon avec $0^{gr},75$ de sulfate d'ammoniaque dosait . . .	7,1	—

Sans insister d'avantage, on aura dans l'emploi raisonné des sels ammoniacaux un moyen très économique de rendre une fermentation rapide.

Les nitrates ne sauraient les remplacer; une seule expérience, il est vrai, a été faite avec le nitrate de chaux (tableau IV); son action paraît surtout être due à la chaux qu'il contient sous forme très soluble. Les recherches de Dumas sur la levure de bière tendent à établir que les nitrates de potasse et d'ammoniaque affaiblissent le ferment.

3. — Les sels de chaux me paraissent très utiles comme aliment minéral de la levure alcoolique et leur présence donne une activité très prononcée à la fermentation. Il semble que les composés calciques qui existent dans le moût ne sont pas dans des conditions d'assimilabilité suffisantes, probablement à cause de leur faible solubilité. Les sels de chaux qui ont été employés ici paraissent agir en raison même de leur solubilité. Le carbonate de chaux, qui est insoluble dans l'eau pure, mais qui peut se solubiliser dans le moût, grâce à l'acide carbonique produit par la levure, amène une légère activité dans la fermentation. Mais les sels d'une solubilité plus prononcée impriment une activité bien apparente, tels sont le phosphate bicalcique et le sulfate de chaux, dont les effets ont servi de point de départ à ces recherches; le nitrate de chaux les surpasse tous les deux et il est d'une grande solubilité.

Ainsi au tableau IV, sur des raisins secs, placés dans les mêmes conditions, on a comme degré alcoolique après trois jours de fermentation:

Degrés.
—
2,1 pour le témoin,
3,2 pour le flacon avec 1 gramme de sulfate de chaux pur,
3,5 pour celui recevant 0gr,75 de phosphate bicalcique,
Et 5,1 pour le flacon recevant 1 gramme de nitrate de chaux.

4. — Les sels de magnésie ont une action beaucoup moins efficace comme on peut le voir au tableau VI, pour le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium employés seuls; ils n'arrêtent pas la fermentation, mais ils la ralentissent.

5. — Quelques antiseptiques ont été proposés pour arrêter le développement des ferments de maladie, entre autres l'acide borique; j'ai voulu voir si ce dernier activait la fermentation; il n'en est rien; son action n'est point comparable à celle du phosphate d'ammoniaque et même du sulfate de chaux. Si l'acide borique agit sur les ferments de maladie, il le doit à des causes intrinsèques, d'une tout autre nature.

6. — Une remarque importante a été faite au cours des expériences sur les raisins secs; la fermentation pour être complète exige un certain rapport limité entre le poids d'eau et le poids de la matière sucrée; autrement dit l'action de la levure alcoolique s'affaiblit, devient très lente, quand la

liqueur acquiert une grande richesse en alcool. Les raisins secs contenaient environ 50 0/0 d'eau ; or, au tableau II, on avait en présence :

$$250 + 400 \text{ gr.} = 650 \text{ gr. d'eau,}$$
$$\text{et } 43 \times 5 = 215 \text{ gr. de sucre ;}$$

le rapport est $\frac{3}{1}$ environ ; après cinq jours de fermentation il ne s'est dégagé que 8 à 10 litres de gaz carbonique sur 50 qui se produiraient dans une fermentation complète ; le vin est très sucré.

Au tableau III, on trouve de même pour le rapport de l'eau au sucre $\frac{5}{1}$ sensiblement ; après cinq jours, la fermentation est arrêtée ; on ne mesure que 21 litres de gaz au lieu de 30 ; le vin est encore très sucré.

Enfin, dans les expériences du tableau IV, le rapport est sensiblement de $\frac{7}{1}$; le gaz carbonique, pour une fermentation complète, devrait avoir un volume de 20 litres environ, et nous avons, après trois jours de fermentation, 14 litres 3 dans un cas et 20 litres 8 dans un autre ; dans ce dernier le vin dose 8° d'alcool, rendement égal à celui indiqué dans ce cas par la théorie.

6. — En résumé, quand un moût convenablement aéré comme le veut Pasteur, aura une proportion d'eau égale au moins à 7 ou 8 fois le poids du sucre ; lorsque, de plus, il sera maintenu à une température favorable au développement du ferment, 25° environ, on pourra, par l'addition de quelques-unes des substances ci-dessus mentionnées, obtenir une fermention rapide et régulière. On pourra même, comme on le voit dans nos tableaux, associer ces substances et obtenir un mélange très favorable à la rapidité de la fermentation. Non seulement la fermentation marchera plus vite, mais encore le vin pourra acquérir des propriétés spéciales, soit par l'action directe de ces matières sur le ferment lui-même, soit par les combinaisons diverses auxquelles elles donneront lieu en agissant sur les principes mêmes du moût. Les sulfates rendent en général le vin plat ; mais les carbonates et les phosphates lui donnent parfois un bouquet agréable. Un mélange qui me paraît devoir donner un excellent produit serait l'addition par 1,000 kilos de vendange :

De 500 grammes de sesquicarbonate d'ammoniaque,
Et 500 grammes de phosphate bicalcique.

Le prix de ces substances *pures* est peu élevé et le prix de rendement du vin n'augmenterait pas de un centime par litre.

Ces expériences ne sont qu'une ébauche, une indication première de ce qui doit être fait sur cette importante question de la fermentation alcoolique. La production et la conservation du vin sont, pour notre agriculture, d'un trop haut intérêt pour que l'étude de la *levure de vin* et des milieux où elle prospère ne s'impose à l'attention des savants et des agriculteurs.

I.

Expériences du 16 au 30 septembre 1886.

	DÉCILITRES D'ACIDE CARBONIQUE DÉGAGÉS						OBSERVATIONS
	JACQUEZ			ARAMONS			RÉSULTATS RAPPORTÉS A UN KILO DE VENDANGES
	Témoin	Plâtre A	Plâtre B	Témoin	Plâtre A	Plâtre B	
18 septembre	18	12	18	20	20	20	Fermentation des Jacquez et Aramons plâtres presque achevée le 25 septembre ; pour les témoins encore très active le 30 septembre.
19 —	49	38	40	28	29	34	
20 —	58	91	85	52	77	73	
21 —	—	82	32	—	90	79	
22 —	—	29	33	—	62	50	

Expériences sur Aramons du 21 septembre au 5 octobre 1886.

	DÉCILITRES DE CO^2 DÉGAGÉS				OBSERVATIONS
	Témoin	Plâtre A	Plâtre B	Plâtre C	
22 et 23 septembre . .	53	95	101	72	Le 30 septembre, fermentation presque achevée pour les moûts plâtrés A et B; encore un peu active pour C; fermentation du témoin encore très active le 5 octobre.
24 — . .	57	76	69	57	
25 . .	26	18	20	22	

Expériences du 13 au 17 janvier 1887. II.

	Décilitres de gaz carbonique dégagés			
	2 grammes sulfate de chaux pur	2 grammes sulfate d'ammoniaque pur	2 grammes phosphate d'ammoniaque pur	Témoin
	—	—	—	—
13 janvier	0,8	0,8	0,7	0,5
14 —	4,6	5,5	6,2	3,3
15 —	27,9	24,1	26,2	20,0
16 —	45,0	24,0	32,4	22,4
17 —	31,5	21,6	27,0	22,6
Total . . .	109,8	76,0	92,5	68,8
Alcool du vin le 17. .	5,5	4,5	5,3	3,4

Observations

Dans chaque flacon, 500 grammes de raisins secs et 400 grammes d'eau ; 10 centimètres cubes de ferments : température moyenne 20°

—

Composition des raisins secs (raisins de Corinthe).

Matières combustibles ou volatiles. . . .	97,056	Azote.	0,196
		Matières sucrées	43,000
Cendres.	2,944.		

Composition des cendres	
Partie siliceuse résistant aux acides.	1,362
Oxyde de fer et d'alumine	0,428
Acide phosphorique.	0,131
Acide sulfurique	0,099
Potasse	0,596
Chaux.	0,088
Acide carbonique et principes non dosés. . .	0,240

III.

Expériences du 20 au 25 janvier 1887.

PÉRIODES de 12 HEURES	DÉCILITRES D'ACIDE CARBONIQUE MESURÉS: 1 gramme sulfate de chaux pur		0gr,75 phosphate d'ammoniaque		0gr,5 sulfate de chaux 0gr,5 phosphate d'ammoniaque		Témoin		OBSERVATIONS
1-2. . . .	25,2	156,5	32,1	157,2	38,1	179,2	20,4	145,2	Mêmes raisins secs. 300 grammes de raisins et 400 grammes d'eau ; 10 centimètres cubes de ferments ; température de 25 à 28°. — Usage du compteur Houdaille.
3. . . .	39,6		46,2		50,2		37,5		
4. . . .	40,3		38.1		42,0		38,4		Vin obtenu marquant 11° et encore très sucré.
5. . . .	30,1		26,7		29,7		28,5		
6. . . .	21,3		14,1		19,2		20,4		
7. . . .	17,1		10,8		13,6		17,0		
8. . . .	15,4		9,6		11,7		14,6		
9. . . .	18,7		9,0		10,4		17,6		
10. . . .	7,8		1,5		1,9		7,4		

IV.

Expérience du 1er février 1887, 10 heures du matin, au 4 février, 8 heures du matin.

200 grammes des mêmes raisins secs et 500 grammes d'eau. — 10 centimètres cubes de ferments. — Température de 25 à 28°.

DEGRÉS ALCOOMÉTRIQUES PRIS LE 4 FÉVRIER	MATIÈRES SALINES AJOUTÉES DANS LES FLACONS
2,1	Témoin
3,2	1 gramme sulfate de chaux pur.
6,4	0gr,75 phosphate d'ammoniaque.
6,1	0gr,50 sulfate de chaux et 0gr,5 phosphate d'ammoniaque.
3,5	0gr,75 phosphate bicalcique.
7,1	0gr,75 sulfate d'ammoniaque.
7,0	0gr,50 sulfate d'ammoniaque et 0gr,50 phosphate bicalcique.
3,1	0gr,50 sulfate de chaux pur.

Expérience du 5 février 1887, 8 heures du soir, au 8 février, 8 heures du matin (72 heures).

SELS AJOUTÉS	DEGRÉ ALCOOLIQUE	DÉCILITRES DE CO^2 recueillis	OBSERVATIONS
1 gramme nitrate de chaux pur. . .	5,1	143,7	200 grammes des mêmes raisins et 500 grammes d'eau. — 10 centimètres cubes de ferments. — Température de 25 à 28°.
0gr,5 phosphate d'ammoniaque . . . } 0gr,5 nitrate de chaux	8,1	208,8	

V.

Expériences du 10 octobre 1887.

(Un kilo de Terret-Bourret dans chaque flacon.)

PÉRIODES de 12 HEURES	DÉCILITRES DE GAZ CARBONIQUE RECUEILLIS — Témoin		0gr,5 phosphate d'ammoniaque		0gr,5 carbonate d'ammoniaque		0gr,5 carbonate d'ammoniaque 0gr,5 phosphate bicalcique		0gr,20 sulfate de magnésie 0gr,50 phosphate d'ammoniaque		0gr,20 sulfate de magnésie	
1	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2	0,6		3,9		0,9		3,3		1,5		1,6	
3	4,9		12,2		6,3		9,7		7,1		6,2	
4	8,5	103,0	23,6	165,1	20,8	171,0	20,2	197,5	16,4	139,7	14,3	135,2
5	14,9		36,7		44,4		42,0		27,6		32,3	
6	34,3		48,0		54,8		65,2		42,8		38,8	
7	39,8		40,7		43,8		57,1		44,3		42,0	
8	45,9		39,8		40,0		51,9		42,5		40,0	
9	44,4		34,9		33,1		38,9		36,6		35,2	
10	42,2		29,7		23,0		27,2		32,8		26,7	
11	40,7		24,5		12,6		13,0		21,0		20,2	
12	»		»		»		»		15,5		15,0	

VI.

Expériences du 21 octobre 1887.

(Un kilo de Terret-Bourret dans chaque flacon.)

PÉRIODES DE 12 HEURES	DÉCILITRES DE GAZ CARBONIQUE RECUEILLIS									
	0^gr,5 sulfate de magnésie 0^gr,5 phosphate d'ammoniaque		0^gr,5 sulfate de magnésie		0^gr,5 chlorure de magnésium 0^gr,5 carbonate d'ammoniaque		0^gr,5 chlorure de magnésium		0^gr,75 carbonate d'ammoniaque 0^gr,75 phosphate bicalcique	
1	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2	0,9		0,3		0,6		0,6		1,2	
3	4,0		2,6		3,0		2,6		3,6	
4	14.2	226,1	2,6	41,0	6,9	160,2	3,0	41,6	7,5	146,1
5	18,9		3,9		24,6		4,3		23,0	
6	80,0		7,8		54,3		8,8		17,1	
7	78,1		23,8		70,8		22,3		63,7	
8	33,3		42,7		57,3		33,4		61,6	
9	31,0		50,2		38,4		39,7		47,4	
10	17,7		50,8		26,4		43,0		40,1	
11	6,8		42,0		13,5		38,4		22,7	
12	1,2		30,0		5,1		32,1		12,4	
13	0,3		24,8		1,3		28,5		6,9	

Expériences du 4 novembre 1887. VII.

(Un kilo de Terret-Bourret dans chaque flacon.)

PÉRIODES de 12 HEURES	DÉCILITRES DE GAZ CARBONIQUE RECUEILLIS — 1 gramme acide borique	0gr,75 phosphate d'ammoniaque	0gr,75 sulfate de chaux pur	OBSERVATIONS
—	—	—	—	—
1.	0,0	0,0	0,0	La fermentation a été lente à s'établir par suite de la basse température de la chambre au début.
2	0,0	0,0	0,0	
3.	0,0	0,0	0,3	
4.	0,6	0,3	0,6	
5.	1,2	0,6	0,9	
6.	1,8	5,9	3,3	L'enregistreur du flacon à phosphate s'est dérangé à la 7e période et à la 13e; nous l'avons alors abandonné jusqu'à la fin de l'expérience.
7.	8,4	»	23,8	
8.	32,9	81,2	70,7	
9.	70,0	94,5	91,8	
10.	75,2	70,8	70,6	
11.	62,8	47,5	47,7	
12.	41,3	26,7	30,9	
13. . . .	26,5	»	16,8	
14.	12,3	»	4,9	
15.	7,2	»	1,5	

M. DIDIER

A La Neuville-aux-Larris, par Châtillon-sur-Marne.

DE LA VALEUR MARCHANDE DES BLÉS SHIREFFS

— *Séance du 3 avril 1888* —

Il n'est plus douteux que le problème de la production du blé en France, dans les conditions économiques actuelles, soit presque complètement résolu. Nous sommes, dès maintenant, en possession d'une méthode culturale, caractérisée surtout par le choix de variétés de semences à aptitudes spéciales, applicable au moins dans ses grandes lignes à toutes les bonnes terres du nord de la France ou leurs homologues, et faisant entrevoir par une augmentation considérable de rendement *en quantité* un mode de fin possible à la crise agricole. Cette

proposition, qui ne manquera pas de soulever, comme de coutume, bon nombre de protestations, se déduit nécessairement des récents travaux sur la question de nos agronomes et de quelques praticiens, hommes d'initiative et de progrès. Mais la propagation, si rapide dans le présent et, surtout, dans un avenir prochain, de cette nouvelle méthode de culture conduit à envisager une autre donnée économique du problème : *la qualité* des produits ainsi obtenus.

Actuellement, il est admis dans le commerce que les blés à grand rendement sont, au point de vue de la meunerie, de mauvais blés, et parmi eux, tout particulièrement, ceux des variétés à épis carrés plus communément connus sous le nom de Sholey ou de Shireff, c'est-à-dire ceux qui, dans de bonnes conditions d'origine et de pratiques culturales, ont généralement donné les plus fortes récoltes. Les meuniers, qui ont, à tort ou à raison, accrédité cette croyance, n'ont cherché que leur propre avantage, et l'on ne saurait leur en faire un crime. Mais cette allégation, je le crois, n'a jamais été appuyée sur des faits précis, et c'est à nous, producteurs, les intéressés, à la discuter.

Théoriquement, c'est une question un peu secondaire, parce que la plus-value due à *la quantité* peut et doit de beaucoup excéder la moins-value due à *la qualité*. En effet, la défaveur supportée par les Shireffs s'est traduite jusqu'ici à ma connaissance par une baisse de 25 à 50 centimes et, exceptionnellement, 1 franc au quintal de blé, soit au maximum 5 0/0 de la valeur. Les rendements avec les mêmes blés ont atteint et dépassé 50 quintaux à l'hectare dans les admirables cultures de MM. Porion et Dehérain, ou chez M. Desprez et quelques autres; mais ces résultats, qui ne sont pas contestables, sont des maxima et, par conséquent, des exceptions. En moyenne, dans la bonne terre, on atteindra vraisemblablement 35 quintaux. C'est une prévision de rendement qui ne peut pas être taxée d'exagérée, parce que ce chiffre a été constaté en pratique par la réalisation même de la récolte chez tel ou tel simple cultivateur. Personnellement, dans un pays où la moyenne quinquennale varie entre 15 et 17 quintaux, où celle de 1887 est de 18 à 20, j'ai récolté, cette année (1887), en Shireff, 32 quintaux à l'hectare sur des terres fortement négligées par mon prédécesseur. Si, par conséquent, on peut compter sur 35 quintaux dans les bonnes terres où la moyenne est de 20 et quelques, ce sera une augmentation de récolte d'environ 50 0/0. En réalisant, il en faudra déduire la dépréciation de 5 0/0 de la valeur sur la récolte totale, soit 7 1/2. L'excédent 42 1/2 0/0 est certainement très suffisant pour couvrir les avances d'engrais complémentaires et laisser un large bénéfice. Pourtant, la moins-value n'est certainement pas négligeable.

En pratique, la proportion de Shireff entrée depuis quatre ans dans la

consommation est encore très faible. Ces livraisons proviennent, pour la plupart, de champs d'expérience sur lesquels on cherchait les règles de la culture des blés à grand rendement, bien plutôt qu'un résultat financier immédiat. Aussi cette dépréciation a-t-elle, jusqu'ici, passé inaperçue. Cependant, cette considération n'est peut-être pas étrangère à l'abandon si rapide de ces variétés par les agriculteurs des environs de Meaux ; je veux parler de ceux-là mêmes qui ont été presque les premiers et les principaux importateurs des Shireffs allemands, de ceux-là qui avaient si vigoureusement attiré l'attention sur la question du blé, il y a quatre ans, en publiant la relation de leur « Voyage agricole en Allemagne et en Hongrie ». Quoi qu'il en soit dans l'avenir, à mesure que la méthode culturale, comme on doit le souhaiter, se généralisera davantage, cet inconvénient, s'il est réel, prendra une importance proportionnelle. Par contre, il ne faut pas se dissimuler que cette dépréciation constitue contre la méthode même un des arguments les plus en faveur dans le camp des sceptiques.

De telle sorte que notre marchandise se trouve à la fois décriée par ceux qui nous l'achètent aujourd'hui, et par ceux-là mêmes qui la produiront demain. Est-elle donc réellement inférieure? Si oui, de combien l'est-elle? C'est en réponse à ces deux questions que j'ai entrepris, sur la valeur comparative des blés, au point de vue de la meunerie, des recherches que mes loisirs et mes connaissances personnelles, l'ampleur et la complexité du sujet ne me permettront pas de compléter. Mais j'espère, en attirant de ce côté l'attention de gens plus compétents, hâter la solution de ce problème qui ne paraît accessoire qu'au premier abord; et ceux qui voudront bien y travailler se convaincront, je le crois, que d'une étude approfondie de la question découleraient nécessairement des conséquences économiques considérables et des modifications profondes dans les usages du commerce des blés et des farines : *La vente de ces denrées au titre en amidon et en gluten*.

Voici comment, homme de métier, je fus amené à faire la présente incursion dans le domaine des agronomes. A l'automne de 1886, j'avais ensemencé, sur le bord d'une route très passagère, une pièce de 6 hectares en six variétés de blés étrangers, anglais et allemands, et une variété d'un blé de pays que je sélectionne depuis plusieurs années. Mes blés « malins », comme les appelaient ironiquement mes voisins, souffrirent beaucoup de l'hiver. Néanmoins, grâce à une fumure énergique appliquée en couverture au mois d'avril et grâce aux conditions climatologiques favorables de l'année 1887, je fis une récolte exceptionnellement belle pour le pays. Mes blés étant réhabilités dans l'esprit de mes confrères, je cherchai à en vendre le plus possible comme blé de semence, ce qui me permettait de réaliser une partie de ma récolte à

6 ou 7 francs au-dessus du cours. Un concours cantonal organisé par le Comice de Reims à Châtillon-sur-Marne, dans les premiers jours de septembre, était l'occasion d'une réclame honnête et lucrative par l'exhibition de mes produits et par les primes qui étaient offertes aux concurrents. J'exposai ; mais, comme je voulais pouvoir garantir les noms des variétés que j'offrais, j'avais préalablement envoyé au laboratoire des essais de semences de l'Institut agronomique, à Paris, des échantillons d'épis et de grains de ma récolte. N'ayant pas reçu la réponse à temps, j'étiquetai mes sacs avec des numéros d'ordre de 1 à 7 et j'en donnais la raison. Quand le jury en vint à moi, je signalai tout particulièrement au président, un meunier et cultivateur, M. Phlippot de Vrilly, mes numéros 3 et 4, des blés d'une blancheur remarquable ; c'étaient du Hunter et du Rough Chaff. — « En effet, me dit-il, autrefois, on recherchait ces sortes-là pour blanchir les farines de meules, mais elles sont trop pauvres en gluten, et, maintenant qu'on fait toujours blanc avec les cylindres, je préférerais de beaucoup vos numéros 1, 2 et 6. » — Deux jours après, j'avais la réponse de M. Schribeau. Les numéros 1, 2 et 6, quoique ne m'ayant pas été vendus comme tels, étaient tous les trois des blés à épis carrés. Cette appréciation des Shireffs, si nouvelle et contraire aux idées admises, avait été formulée dans des conditions de bonne foi et de compétence trop manifestes pour ne pas éveiller ma curiosité.

Dès que les semailles d'automne furent terminées, j'eus recours à l'obligeance d'un voisin, M. Bouchel, meunier à Pont-à-Rêve, commune de Sarcy, qui voulut bien consentir à moudre séparément une certaine quantité de mon Shireff. Je lui livrai 10 quintaux de mon numéro 6 (c'était, malheureusement, à peu près tout ce qui me restait), et l'expérience commença le 5 décembre 1887, à midi. Pendant qu'on faisait tourner le moulin à vide pour dégager les divers appareils, les couloirs, les chaînes à godets, etc..., on procéda à la vérification du poids des sacs, puis au nettoyage du grain dans un trieur à ventilation énergique, connu généralement en meunerie sous le nom de tarare américain. Après cette première opération, le poids du grain fut trouvé de 999 kilos. Je dois rappeler que mes blés avaient été préparés pour être vendus comme semence et, qu'à cet effet, je les avais fait successivement passer après battage au tarare ventilateur (de Mabille), au trieur à alvéoles (de Marot), et enfin au crible à la main, pour enlever les quelques impuretés de faible densité, telles que grains piqués ou ridés qui avaient pu encore échapper aux triages précédents. On convint de considérer les rendements de ces 999 kilos comme rendements 0/00, les causes d'erreurs de provenances diverses aux cours de l'expérience ne nous autorisant pas à envisager les résultats comme vrais à une approximation de 0,001.

M. Bouchel a remplacé ses meules, il y a dix-huit mois, par des cylindres du système Daverio, de Zurich. La première série d'opérations, le broyage, consiste en six passages successifs entre des cylindres de plus en plus rapprochés, chaque passage étant immédiatement suivi d'un blutage destiné à séparer la farine, puis les gruaux, d'avec la boulange. Après le sixième bluttage, on obtient donc :

a) Des sons, dont il ne doit rester que l'écaille ;

b) Des farines « sur blé », dont on cherche à diminuer le plus possible la production, parce que, comme elles prennent naissance dans une boulange contenant jusqu'à la fin toute l'écorce du grain, elles sont toujours légèrement engagées de particules pulvérulentes de cette écorce qui en diminuent un peu la blancheur. Il faut, du reste, être du métier pour s'en apercevoir.

c) Des gruaux qui sont, dans une seconde série d'opérations, convertis en farine par trois ou quatre passages entre des cylindres à cannelures différentes des précédents, chaque passage aux convertisseurs étant encore suivi d'un bluttage.

Finalement, pour le commerce, toutes les farines sont mélangées ensemble et représentent, depuis 65 jusqu'à 80, en moyenne ici 70 à 71 0/0, du poids du grain.

Dans notre expérience, le broyage dura de 12 heures 20 minutes à 4 heures et le passage au convertisseur de 4 heures à 8 heures. Puis le moulin fut remis en marche normale. Le lendemain, pour avoir un terme de comparaison, on mit en mouture, dans les mêmes conditions, 10 quintaux de blé Mussey que M. Bouchel avait acheté dans le pays. Le blé Mussey me paraît être un blé de Berghe et est très estimé par les meuniers de la région. Voici, réunis dans le tableau suivant, les résultats de ces deux expériences :

	N° 6 (Shireff).	Mussey.
Farine sur blé	207 kilos	179 kilos
— 1re de gruaux	313 —	329 —
— 2e —	115 —	113 —
— 3e et fins finots	47 —	52 —
Totaux	682 kilos	673 kilos

Il est à noter, tout d'abord, que le rendement total de part et d'autre est trop faible de plusieurs unités 0/0 au point de vue industriel. Cela tient aux pertes inévitables dans les couloirs et chaînes à godets dont le développement total n'est pas inférieur à plusieurs centaines de mètres. Le premier enseignement à tirer de cette expérience est donc que les quantités mises en mouture sont trop faibles pour donner des résultats d'une valeur *absolue*. Mais, comme les causes d'erreurs sont identiques

dans les deux cas, on concevrait difficilement que la valeur *relative* des chiffres obtenus soit intervertie ou même notablement altérée. L'avantage reste donc bien au Shireff sur un blé réputé de bonne qualité, et, sans exagérer la signification de cette supériorité d'un peu moins de 1 0/0, il semble manifeste que la réputation, qu'on a faite aux blés à épis carrés d'être de mauvais blés de mouture, est précisément contraire à la réalité des faits.

Quant à la production excessive de farine sur blé pour le Shireff, elle avait été remarquée au cours même du broyage par M. Bouchel, qui l'attribuait à la siccité imparfaite du grain. En effet, mon numéro 6 avait été rentré le dernier de toute ma récolte et avait reçu les pluies de la troisième semaine d'août.

Pour compléter les résultats précédents, six quintaux de farine de Shireff furent livrés en sacs marqués à deux boulangers, avec prière d'en faire une cuite à part et de prendre note du poids total et de la blancheur du pain ainsi obtenu comparativement à leur production ordinaire. L'un d'eux, qui exerce à la campagne, a seul, jusqu'ici, communiqué ses observations. Il fait d'un quintal de farine, suivant qualité, 44 à 45 miches de 6 livres, soit 132 à 135 kilos de pain. Les écarts sont à peu près nuls pour une même livraison du meunier. Avec la farine d'essai, il a obtenu, par sac, 135 kilos d'un pain très blanc et il cote cette farine comme de première qualité.

De tout ceci, il ne serait pas prudent de tirer des conclusions formulées d'une façon précise. On peut seulement, dès maintenant, présumer le résultat de nouvelles expériences qui seraient faites sur des quantités plus considérables. Une telle monographie des blés à épis carrés conduirait naturellement à des recherches analogues sur des blés de toutes provenances. Quand on aurait rassemblé des documents suffisamment nombreux, on en pourrait vraisemblablement déduire une méthode d'estimation des blés, qui, d'après un petit nombre de caractères extérieurs ou d'analyses rapides, permettrait d'évaluer, pour le meunier le rendement du grain en farine, pour le boulanger celui de la farine en pain. L'agriculteur serait alors amené à cultiver et à améliorer, parmi les variétés qui sont capables de donner de hauts rendements *en quantité*, celles dont le grain *de qualité supérieure* au point de vue industriel acquérerait une valeur marchande plus considérable. Le sujet, comme on le voit, est vaste; et, sans renoncer à des recherches ultérieures, j'espère contribuer d'une façon plus efficace à la solution de ces questions, en sollicitant, dès maintenant, le concours d'expérimentateurs plus compétents et plus familiarisés avec les procédés d'investigations scientifiques.

M. le Docteur TROLARD

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

LA QUESTION DU REBOISEMENT EN ALGÉRIE

— Séance du 2 avril 1888 —

Il y a quelques années, une autorité scientifique, M. Dehérain, après avoir parcouru l'Algérie s'exprimait ainsi : « Ce ne sont pas les guerres qui ont fait le plus de mal à la région de la Méditerranée, mais bien la sécheresse amenée et aggravée par les déboisements irréfléchis et par l'abus exagéré du paturage des moutons dans les montagnes. »

M. Jules Maistre étudiant « l'influence des forêts et des cultures sur le climat et le régime des sources », développait plus tard l'opinion de M. Dehérain dans les termes suivants : « Si le phylloxera était incontestablement l'ennemi le plus redoutable de notre agriculture méridionale, nous devrions le combattre de toutes les manières, et il est bien entendu que nous ne repoussons aucun moyen trouvé ou à trouver; mais si, au-dessus du phylloxera, il existe un mal plus grand, ou, pour mieux dire, si le phylloxera est facilité dans sa propagation ou amené par un ennemi plus puissant et plus général, pour toute notre région, il est évident que c'est cet ennemi qui doit attirer notre attention et notre vigilance, et que c'est lui que nous devons combattre avec le plus d'énergie.

« Pour nous, cet ennemi non seulement de la vigne, mais de toutes les autres cultures; cet ennemi qui, successivement et progressivement a fait renoncer le pays à la culture du lin, du chanvre, du maïs et menus grains; cet ennemi qui nous a contraints à substituer aux céréales, devenues à peu près improductives, la vigne culture arborescente, à racines plus profondes; cet ennemi qui, s'accroissant tous les jours, viendra ruiner bientôt jusqu'aux cultures arbustives et forestières; cet ennemi autrement terrible, autrement immédiat que le phylloxera, c'est la sécheresse. »

Il ajoutait : « Le manque d'eau ou si l'on veut, la trop grande irrégularité des saisons, voilà le grand obstacle à la colonisation de l'Algérie! Il ne faut pas nous laisser entraîner par les avantages passagers que peut présenter la culture de la vigne; il est essentiel, avant toutes choses, de ne rien conseiller qui soit de nature à aggraver la sécheresse, trop fré-

quente dans ce pays, comme dans tous ceux qui avoisinent les bords de la Méditerranée.

» Tous nos efforts doivent tendre à mieux utiliser les eaux qui existent, soit en créant des barrages dans les montagnes, en les multipliant sur des points choisis, soit en *favorisant* les canaux d'irrigation, soit encore en reboisant et regazonnant les hauteurs et les pentes. »

De leur côté, Mahé et Calmels ne sont pas moins explicites : « C'est surtout dans les pays chauds qu'il faut conserver les forêts, parce que, d'une part, elles abaissent la température; et que, d'autre part, elles provoquent les pluies sans lesquelles il n'y a pas de végétation possible; le salut de la colonie est à ce prix. » (Mahé.) « Le déboisement, voilà la principale cause des échecs subis par l'agriculture en Algérie. » (Calmels.)

Enfin, pour citer encore une autorité scientifique, j'invoquerai le témoignage de Leroy-Beaulieu, si compétent dans les questions algériennes. « La grande mesure conservatrice en Algérie, c'est l'entretien des forêts et la régularisation des cours d'eau; deux millions et demi d'hectares de forêts à préserver ou plutôt à restaurer, c'est une lourde tâche, et cependant si on ne le fait avec soin, la colonisation est en péril! »

Il y a vingt ans, Prévost-Paradol avait devancé cette manifestation de l'opinion scientifique quand il disait : « Cette terre (l'Algérie) est féconde; elle convient excellemment par la nature du sol, à une nation d'agriculteurs, et l'amélioration du régime des eaux, qui est en ce pays la question la plus importante, n'est nullement au-dessus de notre science et de nos richesses. »

Tassy, qui en 1871, a été chargé d'une mission ayant pour sujet l'étude des forêts de l'Algérie, écrit dans son livre paru il y a un an : « Si l'on ne se décide pas à prendre des mesures énergiques, non seulement pour arrêter la marche du déboisement en Algérie, mais pour améliorer les forêts qu'elle contient encore et en créer d'autres, nos colons auront bien vite épuisé les éléments de fertilité que nous avons trouvés dans ce pays quand nous en avons fait la conquête; les sables du Sahara envahiront les Hauts-Plateaux, les pluies de plus en plus rares et torrentielles ne serviront qu'à dépouiller les pentes de leur terre végétale; les Kabyles eux-mêmes seront forcés de déserter leurs champs, et les Bédouins avec leurs moutons se mettront à la place de cette race intelligente, tenace au travail, hospitalière et docile. Voilà ce que deviendra cette nouvelle France où Prévost-Paradol voyait pour l'ancienne un moyen, une source inespérée de régénération! »

M. Naudin, de l'Institut, écrit en 1881 : « C'est une question capitale, que le rétablissement des forêts en montagnes, tant dans le Midi méditerranéen de la France qu'en Algérie. J'oserais même dire que, pour l'Algérie plus particulièrement, tout l'avenir est là.....

» D'où viennent les échecs si souvent répétés et les lenteurs de la colonisation dans ce vaste et beau pays? Il n'y a pas à chercher bien loin: tout le monde est d'accord pour en accuser la sécheresse, c'est-à-dire la rareté des pluies aux époques de l'année les plus décisives pour le succès des cultures. C'est aussi, quoique seulement de loin en loin, l'excès de la pluie qui, n'étant pas emmagasinée dans le sol trop dénudé de végétation, se précipite sur les pentes en torrents dévastateurs et, s'accumulant dans les bas-fonds, y produit ces flaques marécageuses où s'engendre la fièvre.

« Si la cause du mal est bien connue, le remède ne l'est pas moins: c'est le reboisement des terres en pentes; mais au point de vue où en sont les choses, l'intervention du gouvernement est indispensable. Il faudrait opérer sur de si vastes surfaces, que tous les efforts des particuliers, agissant isolément ou même de concert, resteraient à peu près sans résultat. A un mal général qui menace tout le monde, il faut opposer des mesures générales, et le gouvernement seul en est capable. »

Plus tard, il écrit encore : « A tort ou à raison, je suis persuadé que c'est dans le reboisement des Hauts-Plateaux qu'est le grand intérêt agricole de l'Algérie, non peut-être pour le moment présent, mais pour un avenir qui ne saurait être bien éloigné, surtout en ce qui concerne la moitié méridionale de ce pays. Cette stérilisation actuelle de vastes étendues n'est pas propre seulement au nord de l'Afrique; elle est un fait général dans toute la région tempérée chaude de l'ancien continent, depuis la limite orientale de la Perse jusqu'à l'océan Atlantique; et elle est partout attribuable à une seule et même cause : la destruction des antiques forêts sur les points culminants. La Syrie et l'Asie Mineure, jadis si peuplées et si riches, aujourd'hui pauvres et presque barbares, en offrent un exemple frappant. Le remède, s'il y en a un, à ce déplorable état de choses, s'indique de lui-même; c'est de refaire par la main de l'homme ce que la main de l'homme a ruiné; reconstituer les forêts là où elles devraient exister; en d'autres termes, transformer les montagnes en immenses réservoirs où s'emmagasinerait l'eau pluviale au profit de leurs pentes et des plaines environnantes.

« Pour atteindre ce but, il faut que toutes ces sommités soient mises à l'abri des actions météoriques qui les dessèchent : les grands vents et la radiation solaire; et le seul moyen pratique et efficace est de les couvrir de massifs forestiers qui, en éteignant l'excès de la lumière et de la chaleur, s'opposent à l'évaporation et donnent à l'eau de la pluie et des neiges le temps de s'infiltrer dans le sol. Il n'est personne, je crois, qui n'admette que c'est bien là l'unique solution du problème. »

A ces auteurs dont le jugement s'appuie sur les seules données de la science, il me paraît nécessaire d'ajouter ceux qui étant depuis de lon-

gues années sur les lieux, ont pu juger non seulement en s'appuyant sur la science, mais encore sur les choses vues, sur l'expérience.

Dès 1845, le docteur Bodichon s'exprime ainsi :

« Cependant, bien qu'il nous soit démontré que l'Afrique avec sa composition actuelle s'oppose énergiquement au perfectionnement de la race humaine, est-ce à dire que toujours et inévitablement il en sera ainsi?

» Les indigènes et les débris des peuples qui s'y indigéniseront, sont-ils toujours et inévitablement destinés à croupir sous cette influence délétère?

» Oui, s'ils laissent le sol, tel qu'il est, tel qu'il a été.

» Non, s'ils lui résistent et le modifient par des travaux bien conçus et opiniâtrement exécutés...

» Supposons, comme exemple qu'une nation puissante par son énergie, sa volonté et ses moyens d'action, vienne se fixer sur le point le plus réfractaire de toute l'Afrique, sur la côte barbaresque. Soit la France!

» Que là elle veuille réagir contre l'influence du sol et changer la surface du pays. Ainsi, qu'elle couronne les montagnes de vastes plantations; qu'elle dessèche les marais fangeux, qu'elle assainisse les plaines et les vallées, qu'en tous sens elle trace des voies de communications par des routes et des canaux... Croyez-vous qu'alors elle ne rendrait pas cette contrée toute différente d'elle-même, et qu'alors l'influence du sol ne tournerait pas à l'avantage de la race humaine qui vivrait en ces lieux? »

Plus loin, il ajoute comme conclusion : « Ainsi, ne laissons pas le sol tel qu'il est. N'organisons pas l'Afrique par l'Afrique, mais transformons-la en terre nouvelle. »

En 1866, dans son grand ouvrage *l'Humanité* où se révèle, tout entier le penseur et le philosophe, il dit encore, après avoir examiné les diverses occupations du sol africain : « Toutes ces civilisations différentes par l'origine et le temps, celles qui avaient des villes de un million d'habitants, ou qui ont couvert le pays de forteresses, de ponts, d'aqueducs et autres monuments d'utilité publique; toutes, polythéistes, chrétiennes, musulmanes, furent absorbées par le Sahara humain et sablonneux. Or, le même fait se reproduira si la science positive ne triomphe pas de ce destructeur. »

Et il indique de nouveau qu'il faut, à l'aide de puits artésiens, multiplier les oasis dans le Sahara, afin d'y fixer les populations indigènes; puis couvrir d'arbres les montagnes.

Plus tard, en 1876, c'est Trottier, l'agronome algérien bien connu, qui est non moins catégorique dans ses affirmations :

« Les monuments de pierre et de bronze, dont nous remplissons nos villes ne feront pas vivre leurs habitants. Quand les fléaux, suite de la détérioration des climats par le fait de déboisements inconsidérés, se seront accrus, que les populations seront décimées et démoralisées, il sera

trop tard pour remédier au mal, et ces fléaux, qui se constatent déjà sur bien des points seront alors un fait général !...

» Notre légèreté est réellement un fait incroyable ; nous faisons des routes, des chemins de fer, des ports, et l'on ne s'aperçoit pas que l'édifice manque par la base, car si le peu de forêts qui nous reste disparait, l'Algérie devient inhabitable pour les Européens ; et, par la force des choses, elle retombera dans la sauvagerie.....

» A quelque point de vue qu'on se place, la conservation et l'extension des surfaces boisées sont une question suprême pour l'Algérie. Que le gouvernement agisse donc, comme le ferait un père de famille jaloux d'assurer l'avenir de ses enfants.....

» Que nos gouvernants, qui ne doivent se laisser diriger que par des idées supérieures, ne laissent pas à la génération qui nous remplacera le droit de les accuser de n'avoir pas su prévoir, et de ne pas avoir conjuré en temps opportun le danger qui nous menace, et qui est signalé de toutes parts. » (Trottier, *Boisement et Colonisation*, 1876.)

A côté de M. Trottier, il me faut citer un autre agronome justement apprécié des Algériens, le docteur Marès : « Consultez les habitants de l'Oued-Kébir, au-dessus de Blida, dit-il, ils vous diront qu'ils ont plus chaud qu'autrefois, par suite du déboisement actif pratiqué avec tant d'impunité depuis vingt ans sur les pentes de la vallée ! » Puisque nous sommes à Oran, je dois citer également un nom populaire dans cette ville, celui de Cély, qui « du haut de sa montagne dévastée par les charbonniers, envoyait à la Ligue du reboisement, dès les premiers jours de sa naissance, ses plus chaudes félicitations et lui promettait son plus ferme appui ».

En 1882, au moment de la tenue, à Alger, du Congrès de l'Association pour l'avancement des sciences, M. Mac Carthy résume ainsi la question forestière : « Aussi longtemps qu'une goutte d'eau ira se perdre au loin sans notre permission, il ne faut pas songer à donner à notre agriculture son complet et réel développement », et il ajoute : « L'Algérie ne saurait rester étrangère à ce grand mouvement scientifique (études des forêts et des bois), elle qui doit apporter le plus prompt remède à l'état déplorable dans lequel se trouvent ses ressources forestières..... Il semblerait en résulter que l'Algérie est un pays favorisé au point de vue des pluies. Malheureusement cette répartition est fort irrégulière, et elle cause chaque année les plus vives appréhensions à l'agriculture ! »

Enfin, après avoir parlé « des localités malheureusement trop nombreuses dans le nord de l'Afrique, où les eaux sont rares et parcimonieusement distribuées, » et de « l'œuvre immense du reboisement qui s'impose à l'Algérie », il conclut ainsi : « L'étendue relative des forêts à la surface générale qui, en Europe, est de 29 0/0, est, en Algérie, à peine de

12 0/0, grâce aux pratiques désastreuses de l'industrie pastorale indigène.

» Et les nécessités climatériques exigent qu'elle soit ici beaucoup plus forte qu'ailleurs.

» L'ignorance générale est, du reste, si grande à cet égard, que l'on a vu récemment une grande assemblée algérienne demander le défrichement de 500,000 hectares, c'est-à-dire du quart de ce qui nous reste de forêts! La motion est tellement *absurde* que je crois qu'il y a eu erreur et qu'on a voulu dire qu'il fallait ajouter pour commencer 500,000 hectares à ceux qui existent.

» Mais il y aurait tant de réflexions à faire à ce sujet, que je préfère les laisser de côté pour nous occuper d'autres desiderata. »

Depuis longtemps, cette grave question du boisement de l'Algérie préoccupe l'auteur auquel j'emprunte ces citations. En effet, dès 1864, il faisait inscrire, dans un programme de concours, la question suivante : « Monographie des essences forestières de l'Algérie; démontrer la nécessité et les moyens d'en conserver et d'en propager les principales espèces sur les flancs des montagnes ». Vingt ans plus tard, il reprenait la même question sous une forme plus précise encore : « Comparer l'état météorologique ancien et actuel des régions algériennes, où d'importantes forêts ont été dévastées et incendiées. »

Au même Congrès d'Alger, M. le capitaine Brocard, qui a eu la direction, pendant de longues années, du service météorologique de l'Algérie, signale « les malheureux effets du déboisement en Algérie, opéré par les Français et accéléré par les Arabes depuis la conquête », et le procès-verbal ajoute : « Il craint que le mal soit sans remède et sa crainte est partagée par plusieurs membres. »

Enfin, c'est M. le professeur Battandier qui formule ainsi son opinion : « S'il est deux choses dont le besoin se fasse vivement sentir en Algérie, c'est assurément l'eau et l'ombre. Le reboisement du pays pourrait nous donner l'une et l'autre, et procurer encore à l'agriculture bien d'autres avantages. L'utilité du boisement n'est, du reste, contestée par personne; l'on admet même volontiers, comme une vérité banale, son influence sur le régime hydrologique du pays; mais l'on déboise toujours et l'on plante bien peu. Or, avec un pareil système, dans les contrées analogues à l'Algérie, on arrive à faire un désert d'une contrée fertile. De terribles exemples sont là pour le démontrer..... »

Avant de donner la parole aux hauts fonctionnaires algériens, écoutons les forestiers, ces fonctionnaires ayant une compétence particulière sur la question qui nous occupe.

En 1883, M. le Conservateur des forêts d'Alger écrivait : « Les nombreuses ruines romaines qui couvrent le sol, dans des contrées aujourd'hui inhabitées, attestent que ces régions étaient autrefois occupées par

une population considérable, qui ne pourrait plus être alimentée ni par des eaux prises à la surface, ni par des puits. Il serait également impossible d'approvisionner de bois ces contrées dont les emplacements se trouvent à de grandes distances des forêts. On est donc autorisé à conclure que les bois ont été détruits et que leur disparition a amené le dessèchement des sources et des nappes souterraines.....

» Les forêts furent attaquées par le feu pour fournir des pâturages ; avec elles les sources disparurent, le vide se fit et s'étendit peu à peu de la plaine à la montagne. Les procédés et les résultats sont restés les mêmes; les incendies suivis de paturages sont encore aujourd'hui l'élément le plus redoutable de destruction pour les forêts de l'Algérie... Les sécheresses, l'appauvrissement des sources, les ravages occasionnés par les eaux au moment des fortes pluies, tout indique une situation qui éveille de toutes parts des préoccupations fort légitimes..... La situation de l'Algérie est pour le moins aussi critique que celle des Alpes et des Pyrénées et me paraît dès lors réclamer l'application des mêmes lois (loi du 4 avril 1882). »

M. le Conservateur d'Oran émet ainsi son avis: « L'opinion générale se préoccupe avec raison de la disparition des boisements en Algérie au point de vue de l'aggravation de la sécheresse et des approvisionnements futurs en bois..... Le déboisement et même le débroussaillement des terrains impropres à la culture, par suite de leur inclinaison, de leur pauvreté ou de leur sécheresse, est donc en Algérie, une calamité au point de vue du climat et des eaux..... Il n'est pas moins funeste sous le rapport pastoral et agricole..... Mais avec la dénudation, s'accroît la sécheresse: celle-ci ne permet pas de remplacer par des prairies artificielles le pâturage naturel qui disparaît; or, sans bétail, point d'engrais; et sans fumure point de terres indéfiniment productives..... »

Un an plus tard, le même Conservateur accentuait, dans une revue agricole ses premières opinions : « La colonie ne sera point en péril tant que l'on se bornera à défricher pour la culture les broussailles et les plaines, parce qu'elles présentent peu d'humus et que la division du sol par la charrue compense sa pénétration par les racines des arbrisseaux ; mais il y aurait danger réel si l'on déboisait les montagnes et les collines, et, le jour où les défrichements atteindraient la chaîne culminante du Haut-Tell, l'Algérie occidentale serait exposée à voir le désert refouler la colonisation. »

Or, dans son rapport inséré au Programme officiel du reboisement, voici ce que le même Conservateur pensait de l'état du sud:

« La plus grande partie de cette surface est ruinée, non productive de revenus actuels, d'une mise en valeur lente et onéreuse.... Même dans le sud du Tell, il n'y a pas trop de forêts pour assurer le débit des

eaux, la protection de la colonie contre les vents du sud et son approvisionnement futur en bois; sur certains points même, il y a insuffisance.....

» Les Hauts-Plateaux ne présentent de forêts que dans la zone voisine du Tell, mais ces boisements..... non surveillés, sont en fait, les terrains de parcours, de campement et de culture des indigènes; le peuplement s'y appauvrit progressivement depuis 1876, et la friche gagne rapidement sur la forêt. »

C'est après avoir constaté que « le déboisement de *Melks* se poursuit avec une aveugle ardeur » qu'il indique les moyens de « remédier à une situation aussi préjudiciable à l'avenir de la colonie. »

M. le Conservateur a donc établi lui-même que le défrichement a déjà atteint la chaîne culminante du Haut-Tell; et s'il n'a pas cru devoir assumer la responsabilité de préciser les conséquences graves qui découlent des faits constatés, il est manifeste qu'il a voulu laisser à d'autres le soin d'établir une corrélation entre ses craintes et les faits, et de dire qu'actuellement « l'Algérie occidentale est exposée à voir le désert refouler la civilisation. »

M. le Conservateur de Constantine est aussi affirmatif que son collègue d'Oran:

« Il y a douze ans, une ère d'épreuves s'ouvrait pour l'Algérie; pendant sept années consécutives, une sécheresse persistante est venue ruiner les campagnes, anéantissant les cultures sur certains points, ne laissant, sur d'autres plus favorisés, que de maigres récoltes. Sous l'influence de ce fléau et de l'action d'un soleil brûlant, les pâturages appauvris ne donnèrent plus une nourriture suffisante aux bestiaux. Aussi, une mortalité considérable eut lieu dans les troupeaux, notamment dans ceux des indigènes; enfin, partout les eaux diminuèrent; de tous cotés des sources, de petits cours d'eau qui, de mémoire d'homme, n'avaient jamais tari, disparurent totalement, vouant à la stérilité des terrains dans lesquels des cultures industrielles ou maraîchères étaient aussi prospères que productives.

» Un cri de détresse retentit de toutes parts; on se demanda quelle pouvait être la cause de la rareté des pluies, de cette perturbation apportée dans le climat et dans le régime des eaux? Dans l'opinion de tous, elle fut attribuée au déboisement.

» Cette opinion n'est malheureusement que trop justifiée; il est certain, en effet, qu'en Algérie les terrains boisés ont perdu, depuis un grand nombre d'années, beaucoup de leur étendue; il est non moins avéré que ceux qui existent aujourd'hui à l'état, soit de forêts véritables, soit de broussailles, par leur appauvrissement, par la réduction de leur couvert, n'exercent plus sur le sol, comme sur l'atmosphère, une influence aussi énergique qu'autrefois. »

Voyons maintenant l'opinion des fonctionnaires. C'est au chef de l'administration algérienne, reflet exact de l'opinion de ses subordonnés, que je donnerai la parole :

« L'Algérie, relativement peu boisée, au moins dans certaines de ses parties, aurait besoin de l'être plus qu'aucune contrée de l'Europe, en raison de la sécheresse particulière de son climat, de l'inégale répartition des pluies, du régime irrégulier de ses cours d'eau trop prompts à s'épuiser sous l'action de l'évaporation solaire, en raison enfin des variations extrêmes de température et d'humidité atmosphériques qui caractérisent le climat du pays..... » Exposé 1883.

En 1884, M. le Gouverneur « se fait l'écho des plaintes de l'Algérie menacée de devenir inféconde par la sécheresse, conséquence fatale de la disparition de nos forêts, » et ajoute même : « N'est-il pas à craindre que d'ici là (le vote de la loi forestière), les boisements exposés aux dévastations ne soient détruits ! »

Parmi les représentants de la population, nous trouvons des affirmations non moins catégoriques. En 1881, un membre du Conseil supérieur, signalant le ravage des forêts et des broussailles sur les montagnes, dit : « Si vous n'y prenez garde, dans peu d'années, le Tell algérien deviendra comme le prolongement du Sahara.

» Le déboisement sans discernement, qui se pratique dans les lieux les plus inaccessibles et sur des sols impropres à la culture parait aux yeux de tous une des causes les plus puissantes de cette perturbation.» La Commission saisie de la communication faite par ce membre reconnaît : « Que le régime des eaux est de plus en plus compromis par le déboisement des crêtes, dans presque toutes les régions ; que le débit des sources subit chaque année une diminution croissante ».

En 1883, c'est un délégué du Conseil général d'Oran qui s'exprime ainsi devant la même Assemblée :

« Le déboisement sans discernement qui se pratique dans les lieux les plus inaccessibles, et sur des sols impropres à la culture, paraît aux yeux de tous, une des causes les plus puissantes de cette perturbation.

» Depuis quelques années, ces départements (Oran et Alger) plus particulièrement éprouvés par une sécheresse persistante, ont vu diminuer d'une façon inquiétante le débit de leurs sources ; quelques-unes déjà même ont tari.....

» Dans certaines localités de la province d'Oran, il a fallu renoncer à arroser les jardins maraîchers et on est menacé de n'avoir plus d'eau pour boire et pour abreuver les troupeaux.

» Au Sig, on a dû, il y a quelques mois, transporter de l'eau sur des wagons-citernes de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.....

»..... Le reboisement de l'Algérie est, comme la question de l'eau, à

laquelle il se lie intimement, une *question vitale, dominant à juste titre toutes les autres, à l'heure actuelle. Un véritable cri d'alarme* est poussé d'un bout à l'autre de la colonie, particulièrement dans la province d'Alger et dans celle d'Oran, dans lesquelles un déboisement *sans discernement* a compromis pour longtemps la fertilité d'autrefois. M. le Gouverneur général, dans des considérations dont vous apprécierez le caractère élevé, nous a fait connaître cette *inquiétante situation* de la colonie, les mesures prises et les efforts tentés pour réparer un mal qui n'est pas sans remède.

» Il ne peut être conjuré cependant et les *désastres* ne peuvent être évités dans l'avenir que si les communes et les particuliers se joignent à l'administration pour multiplier les plantations d'arbres.....» (Montbrun, *Conseil supérieur*, 1883, pages 168 et suivantes.)

Si nous nous adressons à nos représentants auprès des Chambres, nous voyons le rapporteur du budget de l'Algérie en 1884, après avoir rappelé qu'en Algérie « l'eau fait défaut au point que le législateur de 1851 a classé les cours d'eau de toute sorte et les sources dans les dépendances du domaine public », déclarer « qu'en Algérie la sécheresse est un des plus grands obstacles à la colonisation, et que les mesures qu'il sollicite pour la conservation des forêts doivent être considérées comme des mesures de SALUT PUBLIC. »

Enfin si nous recherchons l'opinion des ministres, nous voyons que le seul d'entre eux qui se soit un peu inquiété de la situation de nos forêts a reconnu « que la ruine des forêts de l'Algérie n'est qu'une affaire de temps » (1877).

Je crois ne pas être contredit quand je dirai qu'il n'est pas aujourd'hui une question sur laquelle il y ait un accord aussi unanime que sur celle de la nécessité du reboisement de l'Algérie. Historiens, savants étrangers à la colonie et ne jugeant qu'au point de vue scientifique, savants habitant la colonie et ayant une longue expérience du pays, agronomes, fonctionnaires forestiers, c'est-à-dire absolument compétents, administrateurs, représentants du pays, ministres, tous sont d'accord pour reconnaître l'étendue du danger, la nature du mal, et le remède, le spécifique qu'il faudrait apporter à ce mal.

Et cependant qu'a-t-il été fait pour atteindre la seule solution qui s'impose? Rien, ou presque rien! Une loi forestière spéciale a été votée; seulement elle est mort-née! elle est inapplicable pour la répression des délits, par suite d'insuffisance numérique du personnel; pour l'expropriation des terrains à boiser, parce qu'on a oublié de voter des crédits pour ces expropriations.

Ici, on a, à grand bruit, fait une enquête forestière d'où est sorti un programme de reboisement. L'Administration supérieure, se rendant justice, a inhumé son œuvre dans les cartons!...

Du côté des Chambres, on diminue chaque année les crédits alloués au service forestier, sous prétexte que ce service coûte plus qu'il ne rapporte à la caisse.

Et pendant ce temps-là, les dévastations des forêts continuent comme par le passé ; les charbonniers espagnols ont définitivement implanté ici leur industrie qui a amené la mort de leur pays ; à quelques pas d'Alger, il s'est monté de véritables maisons de commerce pour l'exploitation des cannes, de la résine et de l'écorce à tan ; chaque année l'incendie fait de nouveaux ravages!...

N'y a-t-il pas lieu de répéter avec M. le Gouverneur que, dans quelques années, les dernières forêts exposées à toutes ces causes de dévastations seront entièrement détruites ?

Quelles raisons peut-on cependant invoquer pour justifier l'immobilité devant un pareil danger ?

S'abrite-t-on derrière les hésitations de savants qui attendent la promulgation d'une loi physique, comme celle de la chute des corps pour admettre une corrélation de cause à effet entre la forêt et la pluie? Certes, je ne veux pas médire des forts en x, et nul plus que moi n'a le respect des mathématiciens qui ont le bonheur de pouvoir tout résoudre par une équation. Mais qu'il me soit permis de leur demander pourquoi ils se refusent à tenir compte des expériences faites à l'école de Nancy pendant sept années consécutives et dans des conditions rigoureusement scientifiques; pourquoi ils n'accordent pas la moindre attention aux expériences de Fautrat, à celles de Jules Maistre, à celles de Cauvegril.

Il est au moins singulier qu'en présence de résultats si nets, si précis, quelques savants attendent la naissance spontanée d'une loi quelconque! A ces expériences en ont-ils d'autres à opposer ? Non: ils se contentent de résister à l'entraînement.

Il y a entraînement, soit ! mais quels sont ceux à la suite desquels les profanes comme moi se laissent entraîner ? Ce sont les Humboldt, les Boussingaut, les Becquerel, les Surell, les Duponchel, les Elisée Reclus, les Baudillart, les Rauch, les Naudin, les Dehérain, les Jules Maistre, les Tisserand, les Calmels, les Mahé, les Mac Carthy, les Mathieu, les Battandier, les Trottier, les Marès, les Cély, les Tassy, les forestiers de l'Algérie, le chef de l'administration algérienne lui-même !

Après tout, n'avons-nous pas derrière nous, une expérience suffisante pour porter un jugement? Écoutons ce que dit un auteur allemand, vulgarisateur scientifique, Jules Hamm. Nos voisins ne s'endorment pas comme nous; et il faut bien leur rendre cette justice, qu'ils ne subordonnent pas les questions d'ordre vital à de misérables questions électorales ou de conservation de bonnes places:

« Dans les contrées que l'histoire ancienne fait connaître, on a pratiqué des déboisements dans les terrains en montagnes ou en pente, dont les suites peuvent être appréciées d'autant mieux qu'il n'y a qu'à comparer l'état actuel des cultures avec celui de jadis. Il est regrettable que les enseignements qui se dégagent de cette comparaison n'aient pas trouvé des gens mieux disposés à en profiter. Mais, hélas ! en ces temps modernes, les forêts sont tout autant maltraitées et dévastées; il en résultera des catastrophes, comme déjà la Suisse, l'Autriche, la France ont eu à en déplorer, jusqu'à ce qu'enfin tous ces enseignements viennent à pénétrer dans les esprits rebelles et dans les intelligences sans foi qui doutent encore. Ce n'est pas la science, mais une expérience de milliers d'années qui établit que le déboisement, principalement dans les terrains en montagnes, a pour résultante une diminution rapide dans les productions agricoles, et finit par amener le dépeuplement et la désolation.

» Les vallées jadis si riches du Tibre et de l'Euphrate ne portent plus, par suite du déboisement, que la végétation des steppes. — La Grèce était autrefois riche en bois et en sources : aujourd'hui, elle n'a plus de forêts, mais la sécheresse y règne en permanence; les trois dixièmes du pays sont en forêts, mais les arbres y sont représentés par de maigres broussailles. — L'Asie Mineure a pu s'enorgueillir de ses ravissantes campagnes tant qu'elle a possédé ses magnifiques forêts de chênes, de tilleuls et de hêtres; actuellement la sécheresse règne et la végétation a disparu avec l'humidité.

» Dans les montagnes d'Argos, on ne trouve plus une seule source. — En Palestine, les forêts de chênes et les gras pâturages ont disparu ensemble; les misérables broussailles et les maigres prairies qui subsistent sont à peine susceptibles de nourrir des chèvres. — Dans la Campanie, les forêts ont disparu et, avec elles, des villes et des bourgades, les villas et les jardins. — Dans la contrée comprise entre le Piémont et la Provence, les terres arables ont diminué d'une façon extraordinaire, et l'émigration des habitants va en augmentant. — En Russie, d'immenses étendues, jadis couvertes de forêts, et maintenant déboisées, ne présentent plus que quelques broussailles ; en revanche, les fleuves, même le Volga, voient constamment leur débit diminuer.

» Dans l'Amérique du Nord, la destruction insensée des forêts produit des effets désastreux sur les conditions climatériques et sur la fécondité du sol. D'après certains rapports, l'humidité du sol de l'Amérique du Nord a diminué depuis cent vingt-cinq ans et pendant chaque quart de siècle, de sept pour cent par suite des déboisements. Cette diminution constante donne les plus grandes inquiétudes au point de vue du climat, de la fertilité, de la santé publique. C'est en particulier dans les cultures maraîchères et fruitières, qui se font dans des conditions de plus en plus mauvaises, qu'on peut

constater les changements subis par le climat : la pêche ne donne plus que de mauvaises récoltes dans le sud de l'Indiana, tandis qu'antérieurement elles étaient généralement bonnes. Il est d'ailleurs de même pour tous les fruits à pépin. La gelée, les tempêtes, les orages, rendent la culture plus pénible ; dans certaines années, des gelées nocturnes se produisent tous les mois ; des récoltes entières de froment ont été perdues par les gelées, d'autres ont subi des dommages variant entre 20 et 40 pour cent. »

« L'histoire », nous dit encore un éminent forestier français, « nous montre que faute d'avoir su conserver cet équilibre (entre les cultures et la surface boisée), la civilisation n'a pu se maintenir sur aucun des points où elle s'est successivement établie. Ces ruines des empires accumulées par les siècles, on a cherché longtemps à les expliquer par une prétendue loi fatale qui pousserait la civilisation de l'Orient en Occident. Bossuet a voulu nous y montrer la main de la Providence. Mais la raison humaine a refusé de se courber devant ces explications surnaturelles. Il était réservé, à notre époque, de montrer la main de l'homme détruisant son propre ouvrage, par le trouble qu'il apportait lui-même à l'équilibre des bois et des cultures. En modifiant ainsi le climat, il changeait les mœurs, les usages et détruisait les conditions qui avaient rendu la civilisation possible. » (Reynard.)

S'il restait encore un doute dans l'esprit de quelqu'un, ce doute subsisterait-il quelques secondes devant la démonstration tangible qui nous est donnée par certaines îles, de l'influence de la végétation arborescente sur la formation de la pluie ? Les îles sont, en effet, dans des conditions très favorables à cette démonstration, ce milieu étant, pour ainsi dire toujours le même, et très peu modifié par les circonstances extérieures.

A Malte, les pluies sont devenues d'une rareté excessive depuis qu'on a fait disparaître les arbres pour planter du coton. Blanqui, à l'époque de son passage, en 1841, raconte « qu'il n'y était pas tombé une goutte d'eau depuis trois ans ».

A Sainte-Hélène, dévastée par les chèvres, on a replanté des arbres et chassé ces animaux malfaisants. La quantité de pluie « s'est accrue avec la surface boisée, et elle est double actuellement de ce qu'elle était à l'époque de la captivité de Napoléon I[er]. » (Dehérain.)

A l'île de l'Ascension, où l'on faisait venir l'eau d'Europe pour la consommation des habitants, on n'a de l'eau que depuis qu'on s'est obstiné à y faire pousser des arbres.

A l'ile Bourbon, l'eau avait disparu avec les arbres. Sous le coup d'une ruine inévitable, les habitants se sont décidés à faire revivre les arbres qu'ils avaient détruits ; et avec les arbres, sont revenues les pluies.

La Jamaïque elle-même, envahie par cette rage de destruction des arbres, voit toutes les années ses cultures disparaître faute d'eau.

En Algérie même, n'avons-nous pas de ces démonstrations frappantes? Près de Boghari, à Mondjebeur, une plaine déboisée est vouée à une sécheresse presque permanente, tandis que deux régions voisines, qui sont boisées, ont de l'eau, c'est-à-dire des récoltes abondantes tous les ans.

Ce fait, remarqué déjà par M. Dehérain, m'a été maintes fois confirmé par M. Durand.

Quelles sont, en Algérie, les agglomérations qui reçoivent le plus de pluie? Nous voyons Fort-National et Djidjelli tenir la tête avec 1091.7 et 1057.2 ; puis viennent La Calle et Tizi-Ouzou avec 881.9 et 923.6 ; et ce sont Orléansville avec Oran qui ferment la marche avec 591.7 et 414.6 (statistique 1884).

Dans le sud du département de Constantine, il y a des villages qui sont restés cinq ans sans recevoir une goutte d'eau!

Que l'on prenne la carte de distribution des zones de pluies en Algérie, carte publiée dans le volume du Congrès d'Alger (1881), on verra que les zones des forêts s'adaptent à très peu de chose près aux premières.

Au surplus, bien que pour ma part j'attache une grande importance à ce que la loi de corrélation entre la production de la pluie et les surfaces boisées soit admise sans conteste par tous, j'en fais le sacrifice pour le moment.

Mais est-il niable que la forêt n'agisse mécaniquement par ses feuilles, par ses branches, par son humus, par les plantes petites ou grandes qui l'habitent, pour emmagasiner les eaux et produire les sources superficielles ou profondes?

Est-il niable qu'elle soit le plus grand obstacle à l'évaporation, notre principale ennemie ici, car celle-ci atteint jusqu'à deux mètres par an?

Est-il niable que le boisement des montagnes ne constitue un véritable engrais pour les plaines voisines, en amenant avec leurs débris, à la surface du sol, les sels solubles que leurs racines vont chercher dans les profondeurs du sol. Les arbres ne préparent-ils pas pour les plaines le meilleur des engrais.

Ces titres me semblent suffire pour recommander à notre plus sérieuse attention, non seulement la conservation de ce qui existe encore, mais aussi le reboisement de toutes les surfaces dénudées, jusqu'à ce que nous ayons rétabli l'équilibre entre le bois et les surfaces de culture, jusqu'à ce que nous ayons, comme on dit, notre coefficient normal de boisement.

Car il ne faut pas l'oublier, — et bien coupables seront ceux qui, ayant accepté la mission de veiller sur nos destinées, refuseront plus longtemps d'ouvrir les yeux à la lumière! — tant que nous n'aurons pas le coefficient, nous n'aurons pas d'eau dans nos rivières, pas d'eau dans nos

sources ; et l'agriculture — cette suprême ressource de l'Algérie — disparaîtra à tout jamais, après quelques succès passagers.

La question, du reste, ne se pose pas seulement pour l'Algérie. Autour de nous et loin de nous, nous voyons les funestes effets de l'imprévoyance de l'homme qui prétend asservir la nature à ses caprices, à ses modes et à ses fantaisies. Mais ici la question se pose avec un tel caractère d'urgence qu'on peut dire qu'elle est une question de vie, — c'est-à-dire de prospérité, — ou de mort à bref délai.

Je citais tout à l'heure les paroles de mon ami Reynard, qui repoussait avec de justes raisons ces prétendues lois fatales présidant à la destruction des empires ; il me faut revenir en quelques mots sur ce point. Indépendamment de ces lois mystérieuses, on a aussi invoqué certaines lois météorologiques générales, dont l'effet serait de stériliser les contrées dévolues à leur action nocive, action qui a commencé à la limite orientale de la Perse et qui doit s'étendre jusqu'à l'océan Atlantique.

Il y a longtemps que Rauch, dans sa *Régénération de la nature*, a écrit : « A mesure que les antiques forêts disparaissent, les sources se dessèchent, certaines races d'animaux meurent, et des vents inconnus jusque-là, apparaissent. La terre perd tous les jours quelque élément de sa fécondité ; de son sein, que de continuelles mutilations dévastent, sortent des cohortes de maladies dont la triste influence flétrit le charme de notre existence passagère. »

N'a-t-on pas pris pour la cause de tant de ruines l'effet des dévastations inconscientes de l'homme ? N'est-il pas plus probable que la dévastation d'immenses territoires a donné naissance à ces vents stérilisants qui ont ajouté leur action à celle de l'homme ?

Les Hauts-Plateaux de l'Algérie, autrefois occupés par une nombreuse population et recouverts de cités populeuses, ont-ils été réduits à l'état de steppes uniquement par des courants particuliers ? Quel exemple peut-on citer de pays ainsi mis à mort par le seul fait d'une action météorique quelconque, sans que l'homme n'ait lui-même ouvert la plaie, laquelle s'est ensuite agrandie démesurément, sous l'influence de causes extérieures agissant d'autant plus profondément que l'organisme s'affaiblissait davantage ?

A l'appui de cette hypothèse, il y a l'expérience de Bourbon, de Sainte-Hélène, de l'île de l'Ascension. Il y en a une autre qui nous paraîtra encore plus concluante, plus décisive, car celle-ci a été faite, pour ainsi dire, sous nos yeux.

Quel était l'état du département des Landes il y a cinquante ans ? C'était un territoire au moins aussi triste que celui des Hauts-Plateaux et, à coup sûr, moins productif et plus malsain.

Un homme ayant la foi scientifique est venu, a vu et a vaincu. L'ingé-

nieur Chambrelent, accueilli d'abord comme un utopiste, a transformé ce désert en une oasis verdoyante, qui abrite aujourd'hui des habitants nombreux, aisés et bien portants. Que sont devenus ces courants qui avaient apporté la misère, là où règne aujourd'hui la prospérité? Chambrelent les a *éteints* comme aujourd'hui les forestiers *éteignent* les torrents qui, autrefois, dans les régions des Alpes et des Pyrénées, dévastaient et ruinaient les vallées.

Pourquoi n'a-t-on pas aussi invoqué une loi présidant à la formation des torrents, pour les laisser à l'aise continuer leur œuvre de destruction? On n'y a pas songé, et on a bien fait. On a recherché les causes de leur formation; ces causes trouvées, on les a détruites. Et quand l'homme voudra, il supprimera les torrents aériens comme il supprime, partout où ils existent, les torrents des vallées.

L'homme pour lequel le percement des tunnels sous le Mont-Cenis et sous le Saint-Gothard est un jeu, pour lequel le percement de l'isthme de Suez et de Panama n'est plus qu'une affaire d'argent, se laissera-t-il arrêter par la transformation de territoires malsains et improductifs en pays fertiles et riches?

Ramener les Hauts-Plateaux à leur état d'autrefois, c'est rendre à l'Algérie dix à douze millions d'hectares, capables de devenir le marché à viande de l'Europe entière et à quelques pas de cette Europe; c'est le Tell ayant à sa disposition, pour son agriculture, l'engrais qu'il n'a pas et qui lui est indispensable; c'est le sirocco, ce vent qui anéantit en quelques minutes les plus belles espérances de récoltes, transformé en un vent chargé de vapeurs d'eau!

La transformation des Hauts-Plateaux me paraît même devoir rencontrer moins de difficultés que celle des Landes. Le climat y est relativement beaucoup plus sain que ne l'était celui des Landes; et il suffira d'y multiplier les points d'eau pour que la végétation arborescente, faisant rapidement tache d'huile, y modifie le régime des pluies et y permette en quelques années la reproduction des anciens pâturages.

Du reste, il n'y a pas à hésiter sur la nécessité de supprimer ce « vestibule du désert ». Tant qu'on n'aura pas regarni de bois et de gazonnement ces immenses steppes, il n'y a aucun effort à tenter dans le Tell pour faire revivre les anciennes forêts; et l'agriculture aura toujours à compter avec les vents du sud, ce terrible ennemi de la colonisation.

L'œuvre de conservation de l'Algérie ne comprend-elle que des travaux de reboisement? Non. Elle peut être considérablement aidée par les travaux d'irrigation. La quantité d'eau de pluie qui tombe en Algérie est loin d'être une quantité négligeable; on peut même dire que si elle était toute utilisée, elle suffirait largement aux besoins de l'agriculture. Il s'agit

donc de retenir le plus possible ces immenses quantités d'eau qui s'en vont sans profit aucun se perdre à la mer ; d'abord pour les mettre au service de l'agriculture, et ensuite parce que l'eau ainsi retenue amènera et provoquera la chute des pluies.

Il faut donc mener de front et le reboisement et les barrages avec leurs canaux d'irrigation. Il ne m'appartient pas de mettre ici en discussion la valeur des grands et des petits barrages. La lamentable expérience des premiers me paraît devoir cependant les faire condamner. Avec les millions dépensés dans ces grandes constructions, qui n'ont jusqu'à ce jour produit que des désastres, on eût pu couvrir de petits barrages tous nos ravins et tous nos cours d'eau.

Les indigènes nous avaient devancés dans cette voie. Telle région, comme celle de Boghari, par exemple, était autrefois très prospère, grâce à de petits barrages. De magnifiques pâturages y faisaient vivre alors de nombreux troupeaux. Pâturages et troupeaux ont aujourd'hui disparu avec les barrages.

L'avenir me semble réservé aux barrages successifs, comme propose de les appeler un ingénieur du plus grand talent, M. Trémaux, dont les préoccupations et les travaux sont dirigés dans ce sens. Sans vouloir critiquer la science officielle, qui devrait borner son rôle et sa mission au contrôle des projets et à la surveillance des travaux, je crois que, sans son opposition, on aurait abandonné depuis longtemps cette expérimentation dispendieuse des grands barrages pour adopter les petits barrages que recommande l'initiative privée.

J'ajouterai enfin que les barrages ne retiendront actuellement que les pluies d'hiver, peu de ravins et peu d'oueds ayant de l'eau pendant l'été. Mais qu andles sommets des montagnes auront été regarnis, les rivières ou ravins auront de l'eau toute l'année, et de simples barrages-déversoirs iront porter partout la prospérité.

Ce n'est pas là une simple présomption, car quelques-uns de nos oueds possèdent de l'eau toute l'année ; or, il suffit de jeter un coup d'œil sur les pentes de leur source et de leur bassin pour y trouver des bois.

Le boisement de l'Algérie n'aura pas seulement pour résultat de donner à notre agriculture le rang unique qu'elle occupera dans le monde ; mais encore il permettra à la métropole de ne plus être tributaire de l'étranger pour les deux tiers de sa consommation en bois. Ce point de vue suffirait à lui seul pour déterminer un homme d'État à prendre enfin en sérieuse considération l'œuvre du reboisement de l'Algérie.

Des sommes considérables seront nécessaires pour accomplir ces travaux ; mais il importe de bien faire ressortir que l'argent dépensé sera le plus fructueux placement de fonds que puisse faire un gouvernement.

Au bas mot, les forêts de ce pays, convenablement aménagées, desservies par des chemins ou des routes, gardées par des maisons forestières, rapporteront de 50 à 60 millions. Peut-on hésiter à dépenser pour cela une centaine de millions ? Est-il une spéculation plus fructueuse et en même temps plus patriotique ? Un emprunt avec d'aussi solides et d'aussi sûres garanties ne serait-il pas couvert cent fois en France ?.

Non seulement les revenus des forêts suffiront largement à garantir les intérêts et l'amortissement d'un emprunt, mais il faudra compter surtout sur l'accroissement de la richesse publique.

Il faut opter entre la situation précaire actuelle, qui n'ira qu'en s'aggravant avec l'aggravation de la sécheresse, et la vie normale avec les plus grandes chances de prospérité ; il faut opter entre l'Algérie pendue encore longtemps aux mamelles de la France, exigeant de celle-ci des sacrifices d'autant plus grands que sa situation sera plus malheureuse, et l'Algérie riche, prospère, contribuant suivant l'expression de Prévost-Paradol à « maintenir à travers les temps, le nom, la langue et la légitime considération de la France ».

Conclusions

Les facteurs nécessaires pour la production normale et régulière de l'eau sont : la latitude, les montagnes élevées avec leurs glaciers ou leurs neiges, les forêts, la nature des terrains, les surfaces d'évaporation (mers, cours d'eau et lacs), enfin la profondeur des bassins, la direction des vents.

Dans les pays qui remplissent ces conditions, les lois météoriques générales sont atténuées ou corrigées totalement par l'influence de ces conditions.

Mais en Algérie, les montagnes, à quelques rares exceptions près, sont peu élevées et n'ont ni glaciers ni neiges durables ; les bassins, sauf un seul, sont peu profonds ; les surfaces d'évaporation manquent complètement ou sont inutiles (en effet, les oueds n'ont pas d'eau ; on a vidé les lacs au lieu de les assainir ; et, quant à l'évaporation marine, elle est inutilisée par suite d'absence d'obstacles qui puissent la condenser).

Non seulement l'Algérie est privée de ces facteurs importants, mais encore elle a comme voisinage immédiat l'immense Sahara qui, chaque jour, empiète sur ses limites.

Le seul facteur qui reste à l'Algérie pour la production des pluies et l'entretien des sources, c'est donc la forêt.

Or, dans ce pays, la forêt tend à disparaître dans des proportions considérables.

Aussi, la sécheresse a-t-elle suivi une marche parallèle à la déforestation ; les phénomènes météoriques exercent leur action sans être à peine

influencés ; cette action sera absolue, entière, quand le pays sera dénudé, comme l'Égypte, par exemple.

Ce moment n'est pas éloigné ; car la déforestation subit une chute de plus en plus accélérée, par suite d'un climat déjà profondément modifié, qui ajoute son action nocive à l'action destructive produite par la main de l'homme.

Qu'y a-t-il à faire ?

Il faut reconstituer de toutes pièces le seul facteur sur lequel nous ayons une action : il faut boiser et reboiser à outrance, et cela dans des proportions telles que la forêt puisse suppléer les autres facteurs qui font défaut et que la main de l'homme ne peut créer.

La conséquence d'un coefficient de forêts adapté aux conditions dans lesquelles se trouve le pays, sera la réapparition des cours d'eau, dont l'évaporation se condensera sur les sommets garnis d'arbres, lesquels sommets auront aussi une action sur l'évaporation marine.

L'homme peut donc, à sa volonté, placer l'Algérie dans de bonnes conditions climatériques et lui donner de l'EAU, le seul élément qui lui manque pour arriver à la prospérité.

L'œuvre de reboisement est loin d'être au-dessus des forces de la science moderne ; elle n'est pas non plus au-dessus des ressources financières de la France, car ce sont surtout des mesures de conservation qu'il faut adopter.

Donc, cette œuvre s'impose ; et elle s'impose d'urgence, car si l'on attend encore quelque temps, on se trouvera en présence d'une situation irrémédiable.

M. SABATIER

Député d'Oran.

LE RECENSEMENT DES INDIGÈNES ALGÉRIENS EN 1886

— Séance du 30 mars 1888 —

L'impression produite dans le public parisien à la suite du recensement de 1886, qui accusait une augmentation d'un demi-million chez nos indigènes d'Algérie fut très grande ; on prit texte des chiffres pour déconseiller la colonisation par l'immigration française. Aujourd'hui, les statistiques sont faites région par région ; c'est une base pour nos observateurs

et l'on peut comparer les recensements de 1881 et 1886 pour en tirer des enseignements utiles. Cependant, le recensement de 1881 comporte des erreurs que l'on ne peut retrouver qu'à la suite de travaux comparatifs très importants. En 1881, l'Algérie traversait une crise grave; l'insurrection de Bou-Amama d'un côté et la conquête de la Tunisie de l'autre, rendaient presque impossibles les travaux de l'Administration. Les populations indigènes, mécontentes des réquisitions, opposaient une force d'inertie générale aux questions qu'il était nécessaire de leur poser pour dresser les tableaux de dénombrement. L'indigène ne comprend pas la statistique et est réfractaire aux recensements, parce qu'il prévoit toujours des impôts nouveaux. En 1880 et 1881 notamment, à l'époque de la substitution du régime civil au régime militaire, les Arabes reçurent avec beaucoup de mauvaise volonté les changements de prestations en usage au territoire civil aux corvées du territoire militaire. Si nous ajoutons aux méfiances le peu de souci que les Arabes ont de leurs filles, nous nous rendrons compte des difficultés de l'établissement des dénombrements. Le recensement de 1881 accusait 1,772,406 individus du sexe masculin contre 1,538,006 seulement du sexe féminin, soit 15 0/0 en faveur du sexe masculin. L'auteur, dans ses études statistiques en Kabylie, a constaté, au contraire, une prédominance du sexe féminin. Telles sont les causes principales d'erreurs dans les dénombrements; la première surtout est très active, puisque, dans certaines régions, elle a atteint jusqu'au quart du chiffre total. Si l'on examine ces deux causes, l'on voit que les dissimulations, les omissions volontaires sont d'autant plus nombreuses que les populations sont plus mobiles; donc, dissimulations plus nombreuses chez les nomades que chez les sédentaires. De ces considérations, il résulte que le dénombrement aura plus de chances d'exactitudes dans la Kabylie d'Alger que dans la province d'Oran, et particulièrement, la région de Mascara, où l'ordre était très troublé par l'insurrection de Bou-Amama, et la partie orientale de la province de Constantine. Les peines disciplinaires et les révocations qui frappèrent le personnel administratif de la province de Constantine, en 1881 et 1882, permettent de croire que le personnel nouveau, hâtivement recruté, était à cette époque au-dessous de sa tâche. Enfin, l'époque de 1881 fut mal choisie pour opérer un recensement. Nous avons vu que dans la Kabylie d'Alger, la cause la plus sérieuse d'omissions fut l'oubli involontaire des filles, et les erreurs, de ce chef, peuvent être évaluées jusqu'à concurrence d'un vingtième. Dans les autres régions, nous pouvons admettre que les erreurs s'élèvent au quart.

Le recensement de 1886, au contraire, s'est accompli dans des conditions plus favorables. La tranquillité la plus parfaite régnait et règne encore dans toute l'étendue de l'Algérie. Les populations indigènes, revenues de leurs craintes, ont opposé moins de mauvaise volonté; les recenseurs plus

expérimentés et les fautes de 1881 furent en partie évitées. En outre, l'époque du 30 mai fut bien choisie. Le beau temps permit la concentration des douars et favorisa le transport des agents de l'Administration qui se trouvaient libres, les comptes de l'année précédente étant réglés. Donc, sans supposer un accroissement effectif de la population, on devait atteindre un chiffre plus élevé qu'au recensement précédent.

En 1881, la population était de 2,850,866 indigènes. Si les dissimulations, à cette époque, s'élevaient au huitième de la population, on aura 356,358 individus; si on suppose qu'en raison des conditions favorables de 1886, les dissimulations n'ont été que du seizième, on retrouve *ipso facto* la moitié des dissimulés, c'est-à-dire 178,179 indigènes en plus. Voilà pour les dissimulations; recherchons les omissions qui, en 1881, n'ont pas été moindres de 234,000. Comme rien ne nous autorise à supposer chez les Algériens une prédominance du sexe masculin, nous admettrons comme écart réel la moitié, soit 117,200. Si nous admettons les conditions plus favorables expliquées déjà, il nous est bien permis de diminuer d'un quart le chiffre des omissions, soit 29,300 habitants, qui, ajoutés aux 178,179 retrouvés parmi les dissimulés, donnent un gain de 207,479, sans supposer un accroissement quelconque de la population. L'annexion du Mzab donne un gain de 40,000 Mozabites, ce qui porte le total à 247,479.

Or, le chiffre exact du gain entre les deux recensements est de 433,903. Nous sommes amenés à estimer que jusqu'à concurrence de 207,479 habitants, le gain n'est qu'apparent, et que les 186,424 habitants en plus proviennent soit de la plus grande natalité ou de la moindre mortalité.

Des constatations ultérieures permettront de vérifier le chiffre de l'accroissement réel de la population.

De la répartition du gain suivant les régions et les diverses races d'indigènes.

La moyenne du gain réel ne répondra pas à la réalité; établie entre deux chiffres extrêmes, elle ne se rencontrera nulle part sur la surface du territoire algérien. Sa détermination nous permettra cependant de mesurer les écarts que nous constaterons de région à région et de race à race.

Au dénombrement de 1881, la population indigène s'élevait à 2,850,866. Si nous ajoutons les 473,558 individus estimés dans les omissions et les dissimulations, nous obtenons 3,324,424. Nous admettrons que cette population ait réalisé, dans l'espace de quatre ans, un gain de 186,424, soit 1/18me, d'un dénombrement à l'autre, ou 1/81me par an. Comme types de comparaison, nous prendrons pour les Kabyles l'arrondissement de Tizi-Ouzou, et pour les Arabes celui de Tlemcen.

En 1881, le dénombrement pour Tizi-Ouzou accusait 320,127; en 1886, 356,539, soit un gain de 36,612 individus équivalant à 1/9me de la population.

En 1881, le dénombrement de Tlemcen accusait 79,383 indigènes; en 1886, 80,347, soit 964 individus de plus. Mais, dans l'intervalle, les tribus des Oalad-Addou, des Zaonïa-Sidi-Ahmed et des Alh-Tamokoaled ayant été annexées à l'arrondissement de Tlemcen, le gain ne provient que d'une extension de territoire, et l'on peut conclure que dans cet arrondissement il y a eu perte.

Nous avons vu que la dissimulation portait en moyenne sur le 1/8me de la population totale, et que la cause, en 1881, portait sur trois points : 1° l'état de trouble; 2° la vie nomade des populations; 3° la trop grande étendue des circonscriptions administratives. Or, à Tizi-Ouzou, en 1881, l'ordre ne fut pas troublé; la population est sédentaire et les circonscriptions y sont peu étendues. Donc, le dénombrement s'était bien opéré, et si les dissimulations sont de 1/8me, elles n'ont pas dépassé le 1/20me en Kabylie.

Dans l'arrondissement de Tlemcen, les populations sont nomades; les circonscriptions très étendues, et la sécurité, en 1881, y était très précaire. Dans ces conditions, estimons à 1/8me, chiffre moyen. De ce qui précède, le dénombrement pour Tizi-Ouzou est trop de 1/20me, et pour Tlemcen de 1/8me. Supposons qu'en 1886, ces dissimulations aient été diminuées de moitié, et nous obtiendrons :

— Tizi-Ouzou : Pop. inscrite en 1881, 320,127. — Dissimulation supposée jusqu'à concurrence de 1/20me, 16,006, dont la moitié, 8,003, a dû être retrouvée en 1886, soit un chiffre à prévoir de 328,130. Le dénombrement, en 1886, a été de 356,539. En conséquence, la population s'est accrue de 28,409 individus.

— Tlemcen : Pop. inscrite en 1881, 79,383. — Dissimulation supposée de 1/8me, 9,922, dont la moitié, 4,961, retrouvée en 1886, soit un chiffre à prévoir de 80,294. Le dénombrement de 1886 ayant été de 80,347, la population a donc diminué d'environ 5,000 individus.

Nous n'avons pas tenu compte du mouvement des colporteurs qui, à ce moment là, se rendent à Alger, et qui est d'environ 35,000 âmes, dans l'intervalle des deux dénombrements. Ce chiffre est indiqué par les constatations démographiques. J'ai administré la commune de Tizi-Ouzou, et j'ai compté 199 naissances pour 100 décès. De toutes les races, celle des Kabyles du Djurjura est la plus prolifique.

Comme conclusion, nous pouvons dire que : *puisque l'Arabe s'en va, il importe de pourvoir à son remplacement sur le sol qu'il occupe en y appelant l'émigration française et que, puisque, au contraire, le Kabyle s'accroît et progresse, il importe de nous l'assimiler.*

Dans l'arrondissement de Bel-Abbès, la population est arabe; dans celui de Mostaganem, qui est voisin, elle est d'origine kabyle. Si nous les comparons, nous voyons, dans le premier, 25,016 individus en 1881, et, tenant compte des dissimulations et de l'état d'insurrection, nous pouvons évaluer la diminution à 1/8me. Supposons que ces dissimulations aient été réparées de moitié en 1886, et nous aurons 26,580. Or, le dénombrement est le même.

Dans l'arrondissement de Mostaganem, en 1881, il y avait 217,157 indigènes. Cette région, éloignée de l'insurrection, ne fut pas troublée, de plus la population est sédentaire. Dans ces conditions, les dissimulations ont été moindres, et nous admettrons qu'en 1886 elles aient été retrouvées. Ceci fait, nous aurons 232,864 habitants, lorsque le dénombrement donne 228,014. L'augmentation serait de 5,000 âmes environ ; elle s'explique par l'origine kabyle.

L'arrondissement de Mascara échappe à tout examen, à cause des modifications territoriales et du trouble profond suscité par l'insurrection de Bou-Amama.

Alger contient deux arrondissements, Médéah, qui est entièrement arabe, et celui d'Orléansville, qui est en majorité arabe également. Les populations de Médéah sont semi-nomades; en 1881, les troubles furent profonds dans cette région, et il est probable que les dissimulations durent être nombreuses. D'autre part, un certain nombre de groupes habitent le Sahara, et, aux approches de l'été, campent dans le territoire civil de cet arrondissement. Tenant compte de ces différentes causes, d'un côté, des dissimulations retrouvées et du mouvement des nomades, on s'explique l'accroissement de population, sans avoir besoin d'admettre un gain dû à un excédent de natalité.

L'arrondissement d'Orléansville, en 1881, accusait 130,731 indigènes, et en 1886, 138,095. Comme pour celui de Mostaganem, avec lequel il a beaucoup d'analogie, si nous tenons compte des mêmes causes, nous verrons que le gain a été presque nul.

Dans la province de Constantine, il y a des écarts tellement grands qu'on ne peut se servir des arguments précédents. En 1881, cette province fut très agitée; cependant, dans l'arrondissement kabyle de Bougie, le gain est assez considérable.

Tandis qu'en pays arabe la population reste stationnaire, comme à Bel-Abbès, Médéah, Orléansville, ou même décroît comme à Tlemcen, la population kabyle grandit avec rapidité et affirme la vitalité puissante, aussi bien dans les régions où elle est agglomérée que dans les colonies éparses.

Nous allons essayer de déterminer la formule de l'accroissement des indigènes en Algérie. Nous avons vu précédemment que, d'un dénombrement à l'autre, la roportion du gain était de 1/8me pour l'ensemble.

D'autre part, chez les Kabyles, nous avons constaté un accroissement de 1/9me, et chez les Arabes un véritable arrêt.

Les Kabyles purs sont au nombre de 1 million, dont plus de 700,000 dans les arrondissements de Tizi-Ouzou et de Bougie. Les Arabes atteignent à peu près le même chiffre, dont 500,000 dans la province d'Oran. Si nous admettons la puissance productive observée chez les Kabyles du Djurjura à tous les Kabyles, et qui se chiffre par $1/9^{me}$, et comme production stationnaire à tous les Arabes, nous obtenons en moyenne pour l'ensemble un gain de $1/18^{me}$.

Le reste de la population, à part les Chaouïa, ne présente qu'un amas confus, emprunté aux deux races. Par son métissage, cette population est une moyenne et ne trouble en rien l'étude ci-dessus. Nous sommes conduits à admettre la proposition suivante : les populations indigènes, considérées dans leur ensemble, ne s'accroissent que dans la proportion de $1/18^{me}$ par période quinquennale, soit de $1/90^{me}$ par an. Ce gain est dû à l'élément kabyle qui, numériquement égal à l'élément arabe, s'accroît de $1/9^{me}$ par période quinquennale ou de $1/45^{me}$ par an, tandis que l'élément arabe reste stationnaire. A ce compte, la population indigène, dont le chiffre, en 1886, est de 3,284,769, réalisera, dans la prochaine période quinquennale, un gain de 193,892, ce qui portera le chiffre du prochain dénombrement à 3,683,958 indigènes. Cette indication prouve que la proportion entre la race indigène et la race européenne ne subira pas de longtemps des modifications sensibles. La conclusion est tout autre, si l'observation est localisée à la région kabyle et, en supposant pour cette masse un accroissement de $1/10^{me}$ pour une période quinquennale, nous devons prévoir que, dans vingt-cinq ans, le chiffre de la population sera de 1,300,000 habitants, et dans cinquante ans de 2 millions. Fortifié par ce développement, l'élément kabyle dominera si puissamment l'élément arabe, resté stationnaire, que le nombre de ces derniers deviendra négligeable. La seule question, en Algérie, est la question kabyle. Inerte et impuissant, l'Arabe sera difficilement initié au progrès; le Kabyle, au contraire, laborieux, commerçant avisé, agriculteur passionné, doué d'un tempéramment démocratique, comprendra, en peu de temps, le progrès aussi bien que nous-mêmes et entrera en plein dans notre civilisation.

INFLUENCE DU CONTACT EUROPÉEN SUR LES MOUVEMENTS DE LA POPULATION ARABE.

La statistique nous offre des sujets d'observations assez générales pour en tirer des enseignements.

Les trois arrondissements d'Oran, Bel-Abbès et Tlemcen, sont contigus

et entièrement peuplés d'Arabes, et l'analyse ici est complète. Il y a différence, au contraire, si l'on examine la mesure inégale suivant laquelle les Arabes sont soumis au contact européen.

Dans l'arrondissement d'Oran, la population indigène est de 94,112, et la population européenne 91,908. Dans l'arrondissement de Bel-Abbès, il y a 37,560 indigènes et 23,361 européens. Dans l'arrondissement de Tlemcen, il y a 80,347 indigènes et seulement 11,148 européens. L'action très faible de l'élément européen dans cet arrondissement est frappante, tandis qu'à Bel-Abbès et Oran la population européenne est plus nombreuse et les village français mieux répartis. Dans la région de Tlemcen, c'est-à-dire dans 399,874 hectares, les Européens ne sont en contact avec les indigènes que sur 12,000 ou 15,000 hectares. Cette constatation s'accompagne de la suivante : c'est que, la terre, beaucoup plus à Tlemcen qu'a Oran et Bel-Abbès, est aux mains des indigènes, lorsque les Européens ne possèdent que le 1/20me des terres cultivables. On trouve des hommes politiques qui se prennent de pitié pour les indigènes d'Oran et de Bel-Abbès et félicitent ceux de Tlemcen, pour avoir échappé aux menaces d'une colonisation envahissante. Ici, la statistique répondra. Tandis que le contact est intime à Oran et à Bel-Abbès, l'élément arabe conserve ses effectifs ; au contraire, à Tlemcen, où l'élément arabe vit isolé, nous avons constaté une perte de 5,000 âmes, c'est-à-dire une diminution équivalente à celle de 1/20me.

Dans l'extrême-ouest algérien, nous voyons une situation analogue, et dans les environs de Mostaganem et d'Alger, au contraire, la population indigène s'accroît. Par conséquent, l'élément européen et son contact intime est l'unique moyen de préserver la race arabe de la mort. Cette vérité soulèvera des protestations ; on criera au paradoxe et l'on dira qu'il est inadmissible que le moyen de sauver une race soit de lui prendre les terres. Mais les esprits réfléchis s'étonneront moins promptement, et ils seront bien aise de pousser plus avant l'analyse des faits et d'y rechercher l'explication de l'apparente invraisemblance. Nous essayerons de les y aider. Nous connaissons les différentes phases du salariat : d'abord, l'esclavage ; puis le servage et le salariat. Maintenant, on entrevoit de nouveaux systèmes dans la participation et la coopération. C'est un progrès de même ordre que, par la présence de nos colons, nous réalisons en pays arabe. Nous substituons au régime féodal, le régime du travail libre, du salariat pour l'ouvrier arabe, dont nous accroissons le bien-être général. En Algérie, dans les régions purement arabes, le sol n'est pas individualisé ; la terre appartient au groupe familial ou au douar. Dans le premier cas, la terre est dite melk et, dans le second, arch. Melk ne veut pas dire terre individuelle ; elle signifie terre appartenant à un groupe non politique ou familial. On conçoit qu'après trois ou quatre

générations sans partages, les droits deviennent très enchevêtrés; chaque ayant droit ne possède plus qu'une infime partie de terre. Ce système provoque des différends chez ces membres éloignés d'une même famille, lorsqu'il s'agit des partages de récoltes ou de travaux. Aujourd'hui, ces difficultés se portent à nos prétoires; mais les jugement rendus au nom du peuple français sont difficilement rendus quand les parties invoquent de faux témoins pour justifier d'une généalogie ou d'une donation qui masque des spoliations.

Autrefois, il n'y avait aucune justice régulière et, comme chez nous du temps de la féodalité, les seigneurs rendaient la justice. On prévoit de quelle façon se terminaient les dissensions de famille; les exclus par le chef de famille avaient recours aux vols et aux meurtres. Cet état de choses était normal. La situation se compliquait quand il y avait des guerres avec un État voisin ; dans ce cas, les domaines des vaincus étaient confisqués, et des tribus entières, après avoir été propriétaires, tombaient dans la condition de prolétaires, définie sous le nom de Khamnès. Les Khamnès ne percevaient aucune part des fruits sur aucune terre et, par conséquent, aucune ressource, lorsque autrefois ils avaient de vastes domaines consacrés au vainqueur par quelque cadi vénal.

En France, ceux qui ne possèdent pas louent librement leurs services et peuvent, avec l'épargne, tenter les chances du commerce. Il n'en est pas de même pour les Khamnès, parce qu'il n'existe pas d'industrie en pays arabe et que le crédit n'y est pas organisé. En outre, la loi religieuse lui interdit le trafic des menues denrées : le blé, le lait, la viande, etc. Le gain est déclaré nul quand il est réalisé dans une petite industrie agricole: « *Nul, tout pacte conditionnel, comme de dépouiller un animal moyennant la peau ; de moudre du grain moyennant le son* ; *de tisser une étoffe moyennant une part proportionnelle de l'étoffe ; de faire la cueillette des olives moyennant une part de ce qui tombe ou une part de la récolte* ; *de les presser moyennant une part de l'huile* ; *de faire la moisson et le battage moyennant une part de la récolte* ».

On ne pénètre les intentions du législateur que si on observe l'organisation de la société arabe, qui est essentiellement féodale. Cette société ne pouvait être menacée que par la formation lente d'une bourgeoisie indépendante des chefs de tribu dans laquelle pouvaient trouver place les vaincus plus ou moins soumis à l'islamisme ; mais le législateur s'emploie à la persécution du travail libre. Nous avons vu par quelle série de prohibitions il rend impossible l'industrie agricole, qui aurait pu être une ressource pour les victimes et les déclassés; il a complété son œuvre en en imposant aux chefs de famille eux-mêmes, auxquels il défend de louer leur terre, à moins que la terre ne produise que du bois. D'ailleurs, pour moudre, tisser, écraser l'olive, n'a-t-il pas les esclaves et les vieilles fem-

mes? Le travail servile, celui qui n'émancipe pas, voilà e seul qu'il ne redoute pas.

Le Khamnès doit labourer, ensemencer, garder la demeure et récolter sur la terre du patron. Celui-ci fournit les bœufs, les instruments aratoires et les semences. Au cours du travail, le Khamnès reçoit les misérables avances d'orge ou de sorgho nécessaires pour vivre. La récolte venue, ces avances sont prélevées sur le produit brut en même temps que les semences du patron; puis on prélève la dîme due au Marabout voisin, et le reste de la récolte est partagé en cinq parts égales, dont quatre attribuées au patron et la cinquième à la masse des Khamnès. Donc, le travail d'une année entière est considéré comme ne valant que le cinquième de la valeur locative du terrain. Le patron est libre de distraire le Khamnès du travail des champs et d'en augmenter le nombre, ce qui réduit sensiblement, pour chacun d'eux, la part qui leur sera attribuée sur la cinquième. Lorsque la récolte est mauvaise, plus rien ne reste au Khamnès, à moins que le patron ne consente une avance sur les récoltes à venir. Dans ce cas, et pour que le Khamnès n'ait pas l'espoir de se dérober en passant au service d'un autre, *nul ne pourra plus l'employer sans se rendre, par cela même, responsable de la dette vis-à-vis du patron précédent.*

N'est-ce pas le servage, ce droit de suite sur un homme? Les cadis prononcent tous les jours des sentences contre les Khamnès et nos tribunaux les confirment. Un seul jugement, à ma connaissance, a été rendu en sens contraire. Après deux ans de mauvaise récolte, un Khamnès avait quitté son patron, restant débiteur d'une avance d'orge et d'une somme de 42 francs. Un nouveau patron consentit à l'employer, mais la récolte de l'année suivante fut nulle, de sorte que le deuxième patron ne parvint pas à retirer l'intégralité de ses semences, ni même les avances faites au Khamnès pour ses subsistances. Ce dernier maître était, chose rare, un brave homme; il permit au Khamnès, père d'un enfant en bas âge, de ramasser quelques poignées de grain qu'on avait récoltées et lui fit, en outre, remise de sa dette. Quelques jours après, ce deuxième patron était cité devant le cadi par le précédent patron, pour avoir à lui payer la somme de 42 francs, due par le Khamnès. Vainement, le couluoali fit-il observer que, étant donnée la situation du malheureux Khamnès, il lui avait fait remise de ses dettes. Mais le cadi fut inflexible, et le deuxième patron et le Khamnès se virent condamnés, solidairement, à payer la somme au patron ancien. Le tribunal de Blida, malgré la coutume et les textes, infirma la sentence du cadi. Ce jugement fit scandale dans la population et les plaintes des propriétaires furent unanimes. Si cette jurisprudence s'était généralisée, la réforme équivalait à l'affranchissement des serfs.

Eh bien, cet affranchissement que la magistrature française est impuissante à imposer, le colon l'apporte au Khamnès qui s'établit près de lui. Le colon ne se préoccupe pas des dettes et des jugements des cadis; il donne, à la fin de la journée, au Khamnès, un salaire supérieur aux besoins journaliers.

En pays arabe, les Khamnès constitue les 4/5me de la population. On voit, par conséquent, l'émancipation progressive des Khamnès en même temps que les colons français s'établissent en Algérie. Les propriétaires arabes se plaignent de cet ordre de choses ; ils prétendent que les Khamnès deviennent exigeants. Mais que sont ces clameurs de privilégiés en face d'une révolution aussi utile? Nous voyons donc le bien-être pénétrer en même temps que le colon et enrayer le mouvement de dépopulation. Cette constatation si intéressante, que révèlent les derniers dénombrements, n'est qu'à demi expliquée par ce qui précède. Il n'y a environ que dix ans que la colonisation s'est généralisée dans l'arrondissement de Bel-Abbès. Est-il vraisemblable que l'amélioration dans le sort des Khamnès, dont l'arrivée des colons a été la cause, ait pu influencer les mouvements de la population indigène, soit en diminuant la mortalité, soit en augmentant la natalité? D'ordinaire, les faits de l'ordre politique ou social sur les phénomènes démographiques n'ont qu'une influence lente et lointaine. Tandis que pour les causes de fortune, les vieilles femmes sont réservées aux jeunes hommes et les jeunes filles aux vieillards, les Khamnès, pour cause de pauvreté, ne pouvant acheter des femmes, sont condamnés à un célibat absolu. Dans ce cas, il ne peut y avoir que décroissance dans la natalité. Voilà pourquoi dans l'arrondissement de Tlemcen, où la colonisation ne pénètre pas, la population diminue de 1/20me. Au contraire, dans les régions où les colons sont propriétaires, les Khamnès, possesseurs d'une épargne, s'empressent d'acheter une femme. Aussi, à notre contact, la polygamie diminue-t-elle, ainsi que le nombre d'hommes condamnés au célibat ; ceci est tellement évident, que la natalité s'est accrue dans les arrondissements d'Oran et de Bel-Abbès. Grâce à nos colons, le salut de la race arabe est assuré, et c'est uniquement honneur à la France que ses enfants ne puissent ainsi ouvrir un sillon sur une terre nouvelle sans y semer la liberté.

Puissent, maintenant, certaines préventions disparaître. Puissent tous nos hommes politiques comprendre que les intérêts de la colonisation et ceux des indigènes sont identiques. Puissent tous les Français rendre enfin justice à l'œuvre civilisatrice de nos colons algériens.

M. SCHRADER

Membre de la Commission centrale de la Société de Géographie de Paris.

NOUVEAU MODE DE LEVER GÉOGRAPHIQUE OU TOPOGRAPHIQUE

— *Séance du 21 mars 1888* —

M. Schrader a imaginé et mis en œuvre un nouveau mode de lever géographique qui lui a permis de dresser la carte de la plus grande partie des Pyrénées espagnoles. Cette méthode et les résultats obtenus ont fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie des Sciences ; le Congrès des Sociétés savantes, en 1879, a décerné une médaille d'or à son auteur; le Ministre de l'Instruction publique lui a confié plusieurs missions pour faciliter la continuation de ses travaux. Les levers obtenus embrassent déjà un espace supérieur au quart de la Suisse et les mesures d'altitudes offrent une exactitude égale à celle obtenue par les géodésiens français ou espagnols. Le cours de topographie de l'École d'application de Fontainebleau vient d'être augmenté d'un supplément consacré à la méthode en question; en même temps, sur la demande du regretté général Perrier, on a fait construire pour la brigade topographique du Dépôt de la guerre deux exemplaires de l'*Orographe*. Cette méthode est fondée sur la substitution, aussi complète que possible, d'organes mécaniques aux organes humains pour le tracé et la définition des mouvements du terrain; l'orographe de M. Schrader peut se décrire comme une sorte de théodolite armé d'une lunette mobile dans les deux sens, vertical et horizontal, d'un arc de cercle vertical relié à la lunette et d'un plateau circulaire horizontal au centre duquel s'élèvent, portées sur un pivot vertical, les parties mobiles de l'appareil. Un bras horizontal tangent à la partie inférieure de l'arc de cercle et solidaire de tous les mouvements de cet arc de cercle est muni d'un crayon ou d'un stylet, et le plateau horizontal porte une feuille circulaire de papier ou de métal mince. Dès lors, chaque visée de la lunette s'inscrit automatiquement sur le plan circulaire horizontal, et l'ensemble de ces visées forme un cercle d'horizon dont chaque point est mesurable dans toutes ses dimensions, ce qui permet d'obtenir, par une simple opération graphique, la planimétrie du terrain observé et d'en déduire les différences d'altitudes par une simple lecture. Les opérations gagnent ainsi en rapidité et en exactitude : en rapidité, par la suppression de toutes les inscriptions d'angles, de tous les calculs, de toutes les transcriptions et par la mise en place immé-

diate des angles azimutaux et zénithaux sur un plan horizontal ; en exactitude, par la substitution du tracé automatique au tracé à main levée, par le placement exact de tous les accidents visés à travers la lunette, et par la multiplicité des observations. Les cercles d'horizon obtenus par M. Schrader, en trois heures de travail, donnent de 100 à 300 visées, le profil automatique de tous les mouvements du terrain, le tracé du cours des rivières, le périmètre des villages, etc.

M. Tirman, gouverneur de l'Algérie, a prié M. Schrader de se rendre compte de la contexture du terrain dans notre France africaine et des conditions dans lesquelles il pourrait y appliquer sa méthode de levers. Il est résulté d'une visite de M. Schrader dans la région qui s'étend d'Alger à Constantine, à Biskra et jusqu'à Tunis, que la topographie de l'Afrique du nord se prête encore mieux à l'emploi de l'orographe que celle des Pyrénées espagnoles. A la suite de ce voyage et après avoir apporté à sa méthode quelques modifications de détail, M. Schrader a adressé à M. le Gouverneur de l'Algérie un rapport dont voici la substance : M. Schrader propose de remplacer nos anciennes méthodes d'arpentage et de mesurage, au moins pour tous les terrains où la vue peut embrasser un champ de quelque étendue (par exemple, pour les terrains incultes ou en pâturages), par la méthode graphique employée dans les Pyrénées. Il s'engagerait à ne pas atteindre les limites d'erreur autorisées par les règlements. Il estime que le temps nécessaire (la base une fois mesurée) pour le lever de chaque périmètre ne sera pas supérieur et sera même souvent inférieur à celui que mettra un aide pour planter des jalons sur les points importants du périmètre. La transformation en carte ou en plan se fera par un simple tracé graphique. Le nivellement sera obtenu du même coup par la lecture d'une table donnant la différence de niveau en mètres et centimètres pour un angle et une distance donnés, suivant la formule usitée pour les travaux du génie. Toutes les opérations de vérification sont remplacées par la mesure directe d'un des côtés du polygone du lever, tous les côtés du polygone étant exacts, si un seul est reconnu exact, et cette vérification de la planimétrie entraînant celle du nivellement.

Pour les opérations cadastrales, les parcelles tracées sur le plan d'un périmètre à allotir sont établies et reportées sur le terrain par une opération inverse à celle du lever. Les éléments de la détermination de ces parcelles restent inscrits sur les cercles d'horizon qui ont formé le travail primitif et qui fournissent ainsi une trace ineffaçable de la détermination de ces parcelles.

D'après le mode d'opération proposé par M. Schrader, l'original de tous les cercles d'horizon levés sur le terrain serait déposé au siège de la commune, comme pièce établissant les éléments de la surface du terrain dé-

limité. Ce lever remplacerait les papiers nombreux, les colonnes de chiffres, d'inscriptions d'angles, de calculs, de vérifications en usage aujourd'hui. Par simple addition de détails nouveaux, on pourrait greffer, sur ce travail primitif tout le travail de lever supplémentaire nécessité par des constructions, des partages, des travaux industriels, etc. Il suffirait dès lors que chaque parcelle reçût un simple numérotage se rapportant au lever général et à la situation de la parcelle dans ce lever pour que la garantie du titre de propriété devînt complète et la transmission de la possession facile, soit au moyen de l'*Act Torrens*, inapplicable aujourd'hui, soit par tout autre moyen également simple.

Un double des feuilles de lever, photographié et déposé au siège du Gouvernement, servirait de dernière garantie, en cas d'incendie ou d'accident quelconque, et permettrait de concentrer les services cadastraux de l'Algérie entière, tout en laissant à chaque commune la disposition des pièces relatives à son cadastre particulier.

M. Gratien BÉDIER
à Oran.

LE TRANSSAHARIEN

— Séance du 2 avril 1888 —

Un chemin de fer à voie étroite, non subventionné par l'État, existait déjà, avant l'insurrection du sud oranais, d'Arzew sur le littoral à Saïda et à Modzbah sur les hauts plateaux. Il a été depuis prolongé successivement, et avec la garantie de l'État, jusqu'au Kreider, Méchéria et Aïn-Sefra. On peut même aujourd'hui le considérer comme fait jusqu'à El-Outed ou Figuig, qui se trouvent à peu près sur le même parallèle et à soixante kilomètres l'un de l'autre. Seulement, tandis que le premier nous appartient, le second jouit encore de son indépendance. Ce chemin de fer, connu sous le nom de Compagnie Franco-Algérienne, n'a pas moins de 454 kilomètres, et si l'on compte son parcours jusqu'à El-Outed (ou Figuig), il en a 524, c'est-à-dire qu'après avoir franchi le versant méridional de l'Atlas, il a déjà pénétré dans le grand Sahara, à plusieurs dizaines de kilomètres. Aussi l'on peut dire que si Abd-el-Kader, en violant le traité de la Tafna, a forcé la France à conquérir l'Algérie, Bou-Amama, en faisant l'insurrection du sud oranais, a forcé la France à construire le Transsaharien. Le tracé en prolongement de 806 autres kilomètres de ce chemin de fer a déjà été fait

depuis près d'un an, sur la demande du gouvernement, par M. Pouyanne, ingénieur des mines de l'Algérie. Ce tracé va ainsi jusqu'au fond du Touat, à Taourirt, au pied sud-ouest de la chaîne des Hoggars. De là à Arouane, Tombouctou et le Niger, il ne reste plus que huit à neuf cents kilomètres, à peine.

D'El-Outed (ou Figuig) à Taourirt, le pays est absolument plat et le sol excellent pour la pose des rails. L'eau ne manque nulle part; aucun obstacle matériel et aucuns travaux d'art ne sont à craindre. Ce parcours de 806 kilomètres, peuplé de neuf cent mille habitants, divisés entre six ou sept cents villages, possède assez de millions de dattiers pour produire près de sept millions d'hectolitres de dattes par an. Ce sont des populations sédentaires, très pacifiques, et qui seraient fort aises qu'une voie ferrée leur permît de recevoir à bon compte les céréales, beurres et autres articles de notre commerce, en échange de leurs propres produits, qui se composent principalement de dattes, de bêtes et de peaux.

De Taourirt à Arouane, Tombouctou et le Niger, tout, la configuration générale de la contrée, la direction des oueds, ce qu'on a pu apprendre des voyageurs et des gens de l'endroit, indique que le pays est aussi plat que du même point à El-Outed (ou Figuig) (1).

Les conclusions du travail de M. Pouyanne sont les suivantes : 1° le chemin de fer peut être prolongé on ne peut plus facilement d'El-Outed (ou de Figuig) à Taourirt, sur un parcours de 806 kilomètres; 2° cela peut être fait en très peu de temps; 3° toutes les dépenses, y compris les constructions militaires destinées à la protection de la voie, ne s'élèveront pas, en calculant très largement, à plus de 80 millions, et 4°, la ligne sera assurée de suite d'un trafic d'au moins deux cent mille tonnes.

Ce tonnage, joint à ce qu'elle a déjà, lui permettra donc de faire amplement tous ses frais sur ses treize cent trente kilomètres. L'État n'aura plus à payer annuellement la garantie de Modzbah à Aïn-Sefra.

Au point de vue politique et militaire, le chemin de fer, dans ces pays, porte la sécurité avec lui-même, et c'est pour empêcher toute insurrection dans le sud oranais que la Franco-Algérienne a été prolongée jusqu'à El-Outed (ou Figuig). Les Russes, par le même moyen, ont obtenu les mêmes résultats dans l'Asie centrale. Le chemin de fer, prolongé jusqu'à Taourirt, rendra impossible toute insurrection dans le sud de nos trois autres provinces.

La zone de protection de ces chemins de fer s'étend d'ailleurs, surtout en temps de paix, à quelques centaines de kilomètres.

Les avantages au point de vue commercial et économique seront considérables. Tout le commerce du désert sera entre nos mains.

(1) Confirmé par le voyage du docteur Lentz et d'Ali-ben-Hamed.

De nouvelles eaux seront mises à jour; de nouvelles oasis se formeront; les cultures s'étendront.

Le jour où nous serons à Taourirt, le champ d'action de notre influence, qui part aujourd'hui d'El-Outed, Aïn-Sefra, d'El-Abiod, de Tiout, partira de Taourirt même, et nos Arabes, nos marchands pourront, comme maintenant, aller à quatre, cinq, six, sept et huit cents kilomètres plus loin. C'est dire tout de suite qu'ils pourront aller régulièrement à Arouane, Tombouctou et le Niger.

TRACÉ DE L'OUED GUIR ET AVANTAGES DU TRANSSAHARIEN

On sait déjà que le prolongement de la Franco-Algérienne rapportera à l'État, au lieu de lui coûter, et que le reste du pays, de Taourirt au Niger, est aussi déjà connu. Il serait difficile de tenir le même langage, s'il s'agissait de passer ailleurs.

En dehors même de ces avantages et du fait accompli d'une ligne de 1.330 kilomètres, dont 806 déjà tracés et 524 déjà faits, le tracé de la province d'Oran, qui est celui même de l'Oued Guir, doit encore être préféré à tous les autres pour plusieurs raisons capitales, mais surtout parce qu'il est le seul qui puisse réaliser ce but principal même, qu'il faut se proposer en établissant un Transsaharien, qui est de faire un chemin de fer pouvant porter au meilleur marché possible. Sans cela, la distance à parcourir est si considérable qu'il ne faudrait peut-être pas y songer. Or, des hauts plateaux algériens au Niger, par l'Oued Guir, le sol est absolument plat : le chemin de fer n'a et n'aura aucune pente. Des hauts plateaux à la mer, il peut être ramené, au moyen de quelques rectifications, à une rampe maximum de trois ou de quatre millimètres ; en tout cas, la distance est relativement insignifiante. Toutes ces rampes étant d'ailleurs inclinées vers la mer, les convois venant du Soudan n'auront même pas à en souffrir. Ce tracé réalise donc cette condition sans laquelle le Transsaharien, au moins pour les marchandises, n'aurait aucune raison d'être. La traction sera nulle et le fret coûtera aussi peu que par la voie d'eau.

Tous les tracés qu'on peut faire dans l'est iront, au contraire, se buter contre la ligne des aregs et des Hoggars ou de ses contreforts. Ils coûteront donc fort cher, mettront longtemps à être faits et auront de telles rampes qu'il sera impossible de les utiliser jamais pour le transport des marchandises du Soudan à la Méditerranée. Détail excessivement grave, leur parcours sera même souvent entièrement privé d'eau. Ils seront, en outre, plus longs : alors que celui d'Oran n'a que 2,100 à 2,200 kilomètres, ils auront, pour le moins, 2,400 à 2,500 kilomètres.

Celui qui partirait du Maroc vaudrait encore moins. Ayant à franchir

un Atlas beaucoup plus élevé, et surtout les aregs et les dépressions centrales du Sahara occidental, il serait semé de difficultés et de pentes. Il n'y faut pas songer.

Le tracé de la province d'Oran offre encore le grand avantage de conduire au cœur des Hoggars, tout en les contournant, d'être pourvu d'eau partout, de passer à travers une série de lieux habités se continuant en « rue ininterrompue d'oasis et de palmiers », et d'aboutir à l'un des plus beaux ports de la Méditerranée (1), Mers-el-Kébir-Oran, la ville la plus commerçante de toute l'Algérie et qui, par sa croissance extraordinaire, rappelle le plus celle des États-Unis (2).

Ce tracé a encore seul l'avantage sans égal, une fois le désert franchi et à son arrivée même au Soudan, de toucher au Niger, la plus grande artère d'un des plus beaux réseaux de voies fluviales qui soit au monde, et capable de drainer de suite toutes les marchandises d'une immense contrée.

On voit que l'Oued Guir est bien le « grand chemin du désert » et que le tracé de la province d'Oran est le seul qui puisse être adopté (3).

Si l'illustre général Faidherbe l'eût étudié, il ne serait pas hostile comme il l'est à toute idée de Transsaharien. Par une de ces contradictions, si communes dans ce monde, ce grand administrateur, ce capitaine hors ligne, cet excellent républicain, auquel nous devons le Sénégal et le Soudan lui-même, s'oppose ainsi de tout le poids de sa puissante autorité au développement même de son œuvre. L'expédition du colonel Flatters n'ayant pas réussi, il était nécessaire d'aller au Soudan par le Sénégal, pour ne pas nous y laisser devancer par les autres. C'est ce qu'a conseillé le général Faidherbe. Il avait tellement raison que nous pouvons dire que c'est à lui que nous devons le Soudan. Mais cette prise de possession effectuée, c'est condamner le Soudan à être une œuvre aussi stérile que l'a toujours été le Sénégal que de s'opposer à la construction du transcontinental africain. Voilà plusieurs siècles que nous possédons le Sénégal et on sait le peu de progrès qu'a encore accomplis ce pays, pourtant si riche, dans le commerce, l'industrie, l'agriculture et la colonisation. On n'ira pas plus au Sénégal dans l'avenir. Il a, d'ailleurs, une telle réputation d'insalubrité que son nom seul éloigne les plus hardis. Mais supposez le Transsaharien fait et demain le Soudan est envahi par cinquante mille Algériens : Européens, Juifs, Arabes, M'Zabites, Maltais, tous hommes à l'esprit aventureux, ne craignant pas le climat, rompus aux affaires, commerçants hors ligne, ne reculant devant rien quand il s'agit de gagner de l'argent ; sans compter les Marseillais, Méridionaux et autres Français, qui ne tarderont pas, eux aussi, d'accourir à cette curée.

(1) Par la ligne d'Oran, Bel-Abbès, Raz-el-Mâ, quelque peu prolongée, ou même par le P.-L.-M.

(2) Sans compter Arzew, que les Romains appelaient « Portus magnus », tant c'est un beau et vaste port.

(3) Nous avons déjà vu que c'est aussi la ligne stratégique par excellence. (Commandant Demaeght).

Ce sera une véritable avalanche. Mais jamais ces gens-là ne penseront seulement à aller passer par le Sénégal. Il ne faut même pas leur en parler. L'Algérie elle-même et la Tunisie seront aussitôt envahies par d'innombrables Soudaniens qu'on y fera venir de suite comme journaliers, manœuvres, travailleurs de toute sorte. Ils peupleront notre belle colonie, feront contrepoids aux étrangers et aux Arabes, et serviront d'intermédiaires, de liaison entre ces derniers et nous. *Toute insurrection algérienne deviendra impossible.* Les Arabes qui iront commercer au Soudan seront même obligés de se recommander de la qualité de Français, car comme musulmans ils seraient vite discrédités. Ils apprendront ainsi eux-mêmes à nous aimer. Car on sait que les nègres, qui forment pour le moins les quatre cinquièmes de la nombreuse population du Soudan, nous aiment autant qu'ils détestent les mahométans et les Anglais. Ils les regardent comme des traitants d'esclaves, *des marchands de bois d'ébène*, des hommes tristes, cruels, sanguinaires, rapaces, tandis qu'ils savent que nous sommes gais, tolérants, bons, justes, et que nous avons tout fait pour empêcher l'abominable traite (1).

La France trouvera donc à son arrivée au Soudan des millions et des millions d'hommes qui béniront sa venue et qui deviendront en peu de temps de très bons citoyens et de vrais Français. Son territoire, par le Transsaharien, s'étendant ainsi de l'Algérie (2) au Sahara et dans les profondeurs de l'Afrique, deviendra inexpugnable. Il sera impossible à n'importe qui de pouvoir s'emparer de cette France transméditerranéenne, qui, par sa situation et son étendue, le nombre et l'intrépidité de ses enfants, sera au-dessus de toute atteinte et rejettera toujours ses assaillants à la mer. Ce sera même là un des plus beaux côtés de ce prolongement africain du territoire de la France. La mère-patrie n'aura jamais rien à faire pour le défendre; elle en recevra plutôt, dans un temps très rapproché, si le besoin s'en fait sentir, les plus puissants secours.

Est-il raisonnable de penser que tout cela pourra se faire par le Sénégal? Ne serait-ce pas, au contraire, renoncer au plus beau côté, au point de vue capital même de la chose, c'est-à-dire à l'extension, au prolongement du propre territoire français? Ne serait-ce pas, en un mot, préférer l'expansion et la politique coloniales à l'agrandissement inouï du territoire même de la France? Et pour le reste, pour la transforma-

(1) Dans de nombreuses conversations avec les nègres soudaniens d'Algérie, que notre venue a émancipés, nous avons appris par nous-même quel est le culte que ces gens professent pour le nom français. Et quand nous leur disions qu'aujourd'hui eux-mêmes étaient Français, ils levaient les mains au ciel en signe de remerciements, de joie et de reconnaissance. Ce sont de robustes travailleurs et d'excellentes gens qui ne demandent qu'à marcher et au plus vite dans les voies de la civilisation. De tous ces hommes des pays nouveaux, ce sont les plus facilement, sinon les seuls, civilisables.

(2) L'Algérie, séparée de la France par quelques heures de mer, n'est pas plus une colonie que la Corse, la Sicile, la Sardaigne ou l'Irlande. C'est le prolongement du territoire même de la France. Au reste, il en a été décidé ainsi depuis longtemps par le peuple et le gouvernement français.

tion, la civilisation et la francisation rapide du Soudan tout entier, penser ainsi, ne serait-ce pas pire que de comparer la voie du Cap à celle de Suez, la voilure à la vapeur et les diligences aux chemins de fer?

Au contraire, par le Transsaharien, la civilisation gagnant de l'Algérie au Sahara et au Soudan, se répandra jusqu'au Sénégal. C'est donc son œuvre même que le général Faidherbe refuse de féconder en s'opposant au Transsaharien qui, seul, peut la compléter et la développer.

Et quelles sont les objections du général? — Impossibilité du transcontinental; prix trop élevé du fret en cas de réussite.

Nous avons vu, au contraire, combien il est facile à faire par l'Oued Guir; et quel bas prix coûtera le transport: de douze à seize francs par tonne, ce qui ne fera qu'une moyenne de dix-neuf à vingt-trois francs jusqu'à Marseille.

Mais les marchandises coûteront toujours beaucoup plus cher à être transportées seulement du Niger à Saint-Louis-du-Sénégal.

Aussi nous espérons sincèrement que l'honorable général voudra bien revenir de son opposition au transsaharien dans l'intérêt même du Sénégal et du Soudan, qui se confondent dans son cœur, comme ils doivent faire un seul et même tout avec le Sahara et l'Algérie.

Nous pouvons donc conclure, en un mot, que le Transsaharien n'est pas seulement une œuvre possible et opportune, mais encore que, par l'Oued Guir, c'est le chemin le plus facile à faire que puissent construire les Français. C'est la propre opinion de M. Elisée Reclus.

Par le Transsaharien, le territoire de la France va s'étendre de la Belgique aux profondeurs de l'Afrique. Au lieu d'étouffer sur un petit territoire de cinq cent mille kilomètres carrés, le grand peuple français pourra s'épanouir sur un vaste empire. Il retrouvera ainsi son génie et ses destinées.

Aujourd'hui, construire le Transsaharien n'est pas seulement pour la France un devoir, c'est encore une honte à éviter, car on dit partout que tout autre peuple à notre place l'aurait déjà fait.

Au reste, nous n'avons plus grand temps à perdre, si nous ne voulons pas nous voir le chemin coupé par nos pires ennemis, qui veulent passer par le Maroc, ou plutôt par l'Oued Draâ, où ils sont peut-être déjà, pour de là gagner le Touat et l'Oued Guir. Inutile de dire ce que ce sera pour notre amour-propre national.

M. le docteur TROLARD

Professeur à l'École de médecine d'Alger.

CAISSE DE BOURSES D'ENSEIGNEMENT

— *Séance du 2 avril 1888* —

L'État a monopolisé les enseignements primaire, secondaire et supérieur. A quels résultats est-il arrivé en assumant ainsi les charges et la responsabilité de ces trois ordres d'enseignement ?

Il est incontestable que l'enseignement primaire a été l'objet de très notables améliorations depuis quelques années; mais il n'est pas moins incontestable qu'il reste encore beaucoup à faire. De très nombreuses communes n'ont pas encore de bâtiments d'école ; et celles qui possèdent des constructions appropriées n'ont ni le matériel ni le personnel suffisants.

Le matériel est nul ou à peu près nul. Quant au personnel, il faudrait pour le moins le doubler, les écoles les plus favorisées à ce point de vue ayant un maître pour quarante élèves. De plus, les instituteurs sont fort mal rétribués; quand on songe à leur grande mission, on ne peut que constater le peu de rapport qu'il y a entre leur lourde et pénible tâche et les maigres appointements qu'on leur donne. Ils ne peuvent prétendre à arriver à la situation pécuniaire d'un sous-chef de bureau ou d'un chef de rayon; ils sont enfermés dans une véritable impasse, et, jusqu'à ce jour, on ne s'est guère montré prodigue envers eux qu'à coups de bonnes paroles et de grands discours.

Dans l'enseignement secondaire, c'est l'empilement des élèves dans certains lycées et le vide dans d'autres. Le matériel y est notoirement insuffisant, et je pourrais citer tel lycée de première classe qui n'a même pas de carte murale de la France, dans une classe où toute l'année l'étude porte sur la géographie de notre pays.

Le personnel est, lui aussi, enfermé dans une impasse. Après avoir exigé des professeurs des titres acquis dans des concours les plus sérieux et les plus élevés, il leur est interdit de franchir une certaine limite dans l'avancement.

Enfin, l'enseignement supérieur, dont on parle tant, ne peut supporter la moindre comparaison avec son similaire à l'étranger, malgré les sacrifices considérables faits depuis quelque temps.

Ainsi, les plus grands et les plus louables efforts de la nation n'ont abouti qu'à une situation véritablement médiocre.

Peut-on espérer qu'il viendra un moment où les revenus de l'État permettront d'affecter à chacun des enseignements les crédits qui leur sont absolument indispensables, sous peine de les voir rester constamment au-dessous du but que l'on poursuit ?

Je ne crois pas que quelqu'un songe à élever de longtemps les impôts ; et en supposant qu'ils restent stationnaires, et que des circonstances meilleures permettent de diminuer sensiblement le budget de la guerre, les crédits disponibles ne manqueront pas de destinations urgentes : l'extinction de la dette publique, le budget de l'agriculture, par exemple.

Avec une situation financière bien équilibrée, tout ce que l'on pourra espérer, ce sera de ne pas diminuer le budget actuel de l'instruction publique. Or, on vient de voir qu'il est absolument insuffisant. Que faire alors ?

Il n'y a, à mon avis, qu'une seule solution. L'enseignement primaire étant obligatoire doit être gratuit. Mais il ne suffit pas à l'État de remplir à moitié ses obligations vis-à-vis du pays ; l'enseignement qu'il impose ne peut être incomplet ou insuffisant ; il ne saurait être ce qu'il est aujourd'hui : une aumône jetée pour satisfaire un peu la conscience de nos gouvernants. Je ne crois pas exagérer, en avançant que tout le budget actuel de l'instruction publique sera nécessaire pour assurer l'entier développement de l'instruction primaire.

Mais alors, que deviendront les deux ordres d'enseignement ? Ils vivront de leurs propres ressources ; ils vivront des revenus que leur procureront ceux qui viendront chercher dans ces écoles, soit une instruction purement scientifique ou littéraire, soit les moyens de se créer plus tard une position.

La collectivité doit-elle à ceux-ci les frais de première installation ou le complément d'une éducation scientifique ou littéraire ? La société profite, dit-on, des talents d'un ingénieur, de l'éloquence d'un avocat, de la science d'un médecin : il n'est que juste, dès lors, qu'elle fasse en grande partie les frais de leur instruction.

Il faudrait voir d'abord si les sacrifices qu'on s'impose et qu'on s'est imposés jusqu'à ce jour, pour élever les futures générations d'illustrations, sont en rapport avec les résultats produits. Je crois que si le calcul pouvait être établi, on trouverait que chaque diplôme revient bien cher à la bourse commune. Ensuite, il faut bien dire que si la société retire quelques profits des diplômés ou des hommes de talent, ceux-ci sont les premiers à en retirer de larges bénéfices. Enfin, il n'y a pas que les professions, dites libérales, qui soient utiles à la Patrie : tel négociant, tel industriel, tel employé d'administration rendent aussi de notables services

au pays. Pourquoi alors l'État ne leur fournirait-il pas aussi des frais de première installation?

En définitive, que l'État assure à tous les citoyens sans exception le premier aliment intellectuel ; qu'il étende même un peu le programme de l'enseignement primaire, rien de mieux! Mais il ne peut que se désintéresser de la charge de créer des positions à ceux qui veulent aller au delà du premier enseignement.

Au surplus, l'idée n'est pas nouvelle.

« Le comité de la Convention », disait Sieyès dans son journal *d'Instruction sociale*, « a cru ne devoir offrir qu'un plan d'écoles primaires renforcées. Il s'est borné à faire payer par la bourse commune l'instruction commune à tous. Ce changement ne doit pas alarmer les amis des sciences et des arts. Dans un pays comme le nôtre, où la culture de l'esprit, des lettres et des arts a fait tant de progrès et occupe un si grand nombre de personnes, il n'est point à craindre de voir se dessécher les sources de connaissances supérieures, des professions savantes et des talents distingués. On peut s'en rapporter pour cela à l'initiative particulière, d'autant plus que le nouveau projet répond suffisamment à toutes les difficultés sérieuses qu'on pourrait opposer, par deux dispositions : l'une annonce des encouragements pour les services importants et les grands travaux littéraires, la conservation de certains établissements, tels que Jardin des Plantes, les cabinets d'histoire naturelle, les bibliothèques, etc., que leur utilité bien reconnue a mis sous la sauvegarde de l'opinion publique ; l'autre disposition accorde aux enfants des citoyens pauvres, qui auront montré le germe du vrai talent dans l'éducation commune, des secours suffisants pour les mettre à la portée de se perfectionner auprès des professeurs particuliers et dans les lycées ou écoles libres. Il est facile de voir qu'un pareil arrangement sauve tout ce qu'il y a d'essentiel à faire aujourd'hui, en attendant des circonstances plus paisibles et une plus grande munificence nationale dans l'établissement de l'instruction publique. »

Les circonstances et la munificence nationale ont fait aujourd'hui pour les lettres, les sciences et les arts, tout ce qu'il y avait à faire, et les institutions actuelles, fondées avec les ressources communes, ne sauraient exiger des sacrifices plus prolongés. L'État ne doit pas aller plus loin, sous peine de dépasser les limites de son devoir et de son intervention.

Les établissements d'enseignement secondaire et supérieur, installés à grands frais aux dépens du fonds commun, n'ont qu'à vivre maintenant de leurs propres ressources. C'est à leurs clients à les faire vivre ; et s'ils n'ont pas d'élèves, ou que peu d'élèves, il ne sera que logique de ne plus exiger des contribuables qu'ils entretiennent des institutions inutiles.

Une objection s'élève immédiatement devant cette conclusion. Les en-

fants peu fortunés ne pourront aborder les deux autres enseignements. Ceux-ci, en effet, ayant un matériel à la hauteur des nécessités modernes, ayant un personnel convenablement rétribué, devront élever leurs prix de pension ; les familles fortunées pourront donc seules bénéficier de ces enseignements.

Il y aura les secours dont parle Sieyès. Ces secours s'appellent aujourd'hui des bourses. L'État, les départements, les communes, les sociétés donneront des bourses à tout enfant faisant preuve d'aptitudes.

Mais, jusqu'à ce jour, les bourses de l'État, pour ne parler que de celles-là, n'ont été que des subventions à fonds perdus. Il a été entendu que le boursier entretenu et instruit aux frais de la nation ne devait rien au fonds commun, quelle que fût la position à laquelle il parvenait.

Qu'à l'avenir, les bourses ne soient plus que des avances, remboursables par les attributaires, quand leur situation permettra la restitution ; l'affectation des remboursements sera toute trouvée : ils constitueront la caisse dont il s'agit.

Examinons d'abord le principe de la question : la transformation de ce qui n'est, à véritablement parler, qu'un secours, en un prêt.

Est-il juste, est-il moral, qu'un citoyen parvenu à une situation quelquefois brillante, très souvent aisée, soit libre de tout engagement envers la société qui lui a fourni l'argent nécessaire pour arriver à cette situation ?

Que fait l'État pour les constructions de maisons d'écoles ? Il s'agit, là aussi, d'instruction publique, il s'agit de dépenses dont profitera tout le pays. On n'abandonne pas pour cela aux communes l'argent qu'on leur avance ; c'est un prêt remboursable, et remboursable avec intérêts.

Pourquoi ne pas appliquer aux particuliers ce que l'on trouve bon pour les communes ? Veut-on faire de l'admission du principe une question de grosses ou de petites sommes ? Si ce principe est indiscutable quand on accorde 6,000 francs, il doit aussi être admis quand ce n'est plus que 600 francs.

Mais n'est-il pas reconnu et appliqué déjà en France ?

L'élève non-boursier des écoles militaires, et qui n'a pu solder le prix de sa pension, subit une retenue sur son traitement d'officier jusqu'à liquidation de sa dette.

Les élèves médecins de l'armée prennent l'engagement de servir pendant dix ans, ce qui équivaut à une restitution. Et la meilleure preuve que cela est considéré comme tel, c'est que lorsqu'ils quittent l'armée avant cette époque, ils ont à rembourser intégralement ce qui leur a été alloué pendant leurs études.

Les instituteurs ne prennent-ils pas, eux aussi, l'engagement de rester dix ans dans l'Université, en retour de l'instruction qui leur a été donnée

gratuitement, l'obligation de rentrer dans l'armée étant la sanction de cet engagement ?

Voici donc plusieurs catégories de citoyens auxquels on impose l'obligation de rembourser, sous une forme ou sous une autre, leurs frais d'instruction et d'entretien ; l'application de ce principe du remboursement n'a jamais soulevé chez eux, ni nulle part, la moindre objection, ni la moindre protestation. Pourquoi ne pas en généraliser l'application pour tous les cas semblables ?

Il me paraît difficile de ne pas reconnaître que la bourse ne doit être et ne peut être qu'une avance. Cela ne froisse aucun sentiment, aucun usage : au surplus, la mesure ne serait que l'extension à tous d'une mesure appliquée déjà à quelques-uns. Nous ajouterons que la destination des fonds remboursés lèvera enfin toute hésitation, puisque ces fonds serviront à créer une caisse de bourses destinée à assurer aux futurs boursiers les avantages dont ont bénéficié leurs prédécesseurs.

C'est, en effet, avec les restitutions des pensionnaires que se constituera le capital de la caisse dont il s'agit. Il y aura une première période pendant laquelle le contingent annuel ne se prélèvera que sur les avances faites par l'État. Puis, plus tard, quand la caisse sera en possession de fonds suffisants, elle rentrera alors dans la période de fonctionnement, c'est-à-dire qu'elle vivra des apports faits par ses participants.

Quant au résultat définitif, il n'est pas douteux. Des sommes, si petites qu'elles soient, en s'accumulant et en portant intérêts, finissent toujours par devenir de grosses sommes.

L'État consacre, chaque année, plus de 2,000,000 de francs aux bourses d'enseignement. Les attributaires ne devant plus être recrutés que parmi les sujets d'élite, c'est-à-dire parmi ceux qui ont chance de parvenir à des situations aisées, il n'y a rien d'exagéré à admettre qu'au moins la moitié d'entre eux sera un jour en mesure de se libérer ; c'est donc un minimum de un million qui sera à ce moment versé dans la caisse. Dans les premières années, les versements annuels n'atteindront pas ce chiffre, mais plus tard, ils l'atteindront certainement.

Il serait imprudent de fixer l'époque de la période d'activité de l'institution ; mais fatalement, avec un rapport annuel d'au moins un million, on y arrivera. Ne devrait-on l'atteindre que dans quinze ou vingt ans, qu'il ne faudrait pas repousser l'idée pour cela ? Si nous n'édifions que pour nos successeurs, nous n'aurons pas perdu notre temps; nous leur léguerons une œuvre utile et morale, sans avoir lésé aucun intérêt, sans avoir imposé aucun nouveau sacrifice au pays.

Ceci posé, il n'est peut-être pas inutile de prévoir les objections que soulèvera la mise en pratique du projet.

Est-il nécessaire d'imposer l'obligation du remboursement ? Les anciens boursiers ne peuvent-ils verser aujourd'hui ce que bon leur semble dans les caisses de l'État ?

Sans doute, cette faculté existe ; mais nous ne sachons pas qu'on en ait abusé, ni même usé. Dans quelle caisse, du reste, les bien intentionnés iraient-ils opérer leurs versements ? On consent à apporter sa part dans une œuvre d'intérêt déterminé, mais non dans l'immensité du fonds commun.

Ensuite, il faut considérer que les versements isolés, purement facultatifs de quelques-uns, seraient d'un faible appoint et n'atteindraient nullement le but. On veut bien coopérer à une action commune, mais à la condition que tous ceux qui doivent y coopérer y soient astreints par une même obligation. Sans quoi, chacun attend que son voisin commence et personne ne fait le premier pas.

Ne sera-t-il pas quelquefois difficile de suivre les traces des débiteurs?

On peut répondre que les bourses étant attribuées à des enfants dont les familles sont connues et fixées dans tel ou tel pays, leurs traces ne se perdront que lorsqu'on y mettra beaucoup de complaisance. Quelques débiteurs disparaîtront, cela est certain ; mais ce n'est pas une raison pour se priver des autres contingents faciles à recouvrer.

On objectera enfin qu'il y aura souvent des difficultés à apprécier le moment où doit commencer la restitution. La chose ne présentera aucun embarras quand il s'agira de fonctionnaires de l'État, d'employés d'administrations, de maisons de commerce, etc. Dans les autres cas, en présence de mauvaises volontés, on n'aura qu'à faire ce que l'on fait aujourd'hui quand on prend des renseignements sur une famille en instance de bourse. Cette enquête ne paraîtra pas plus vexatoire que celles auxquelles on se livre dans ce cas depuis longtemps, et contre lesquelles personne n'a jamais protesté.

En résumé, la bourse, transformée en simple avance perd le caractère de « secours » qu'elle a aujourd'hui.

Elle peut dès lors être demandée sans répugnance par tout le monde.

Telles gens n'hésiteront pas à contracter un emprunt qui ne consentiraient jamais à solliciter une aumône.

Une des conséquences de cette transformation des bourses sera une sévérité plus grande apportée dans le choix des pensionnaires. Les administrateurs de la caisse, n'ayant plus à distribuer comme aujourd'hui des secours à fonds perdus, auront à se préoccuper principalement d'assurer les revenus de l'institution. Aussi, n'accepteront-ils et ne conserveront-ils que les sujets absolument méritants, ceux qui, par suite, auront toutes

chances d'arriver à une situation qui leur permettra de se libérer de leur dette.

Ajoutons que, grâce à cette sévérité, on verra d'abord disparaître des écoles ces non-valeurs, hébergées pendant des années aux frais du gouvernement, et dont l'exemple pernicieux est contagieux au plus haut degré pour les autres ; c'est bien le moins que l'État ne se prête plus à cette effrayante consommation de fonds de culottes sur les bancs universitaires.

L'encombrement disparaissant avec les non-valeurs, il y aura place pour *tous* les travailleurs. En définitive, la pension deviendra effectivement un *droit* pour les méritants, qui n'auront plus à rechercher des protecteurs et n'auront qu'à se mettre sur les rangs.

Jusqu'à l'époque du fonctionnement de la caisse des bourses, l'État n'aurait donc à intervenir, pour les enseignements, secondaire et supérieur, que par des attributions de bourses. Il est peu probable que le nombre des boursiers augmente; mais le taux des bourses s'élevant d'une façon notable, il est nécessaire de prévoir une augmentation des crédits attribués chaque année. Ils sont environ de deux millions en ce moment ; qu'on les porte à quatre et même cinq millions s'il le faut. Là s'arrêtera la charge de l'État, jusqu'à ce qu'elle disparaisse entièrement lorsque la caisse, suffisamment remplie par les participants, sera en mesure de pourvoir à tous les besoins.

Les conséquences de cette mesure sont faciles à prévoir.

L'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur, alimentés par leurs élèves, n'étant plus liés par un budget forcément limité, n'ayant plus les préoccupations d'avenir qu'entraîne le vote annuel — et par suite variable — des crédits, dégagés de la tutelle immédiate du gouvernement, se tiennent alors constamment à la hauteur du niveau scientifique toujours ascendant.

L'effort de la nation se porte tout entier sur l'enseignement primaire qui atteint en quelques années sa perfection, et fait des citoyens capables de comprendre la République, de l'aimer et de la défendre jusqu'au dernier souffle.

M. Léon DONNAT

Conseiller municipal de Paris.

DEUX INSTITUTIONS A INTRODUIRE EN ALGÉRIE (ACT TORRENS ET HOMESTEAD)

— Séance du 2 avril 1888 —

MESSIEURS,

Je viens vous entretenir de deux institutions qui ont subi le contrôle de l'expérience et dont l'application serait, à mon sens, très favorable à la colonisation algérienne. La première, que M. Yves Guyot a fait connaître en France et adopter en Tunisie, est originaire de l'Australie ; elle est connue sous le nom d'*Act Torrens*. La seconde, que j'ai depuis douze ans recommandée à l'attention de nos législateurs, a pris naissance aux États-Unis ; on l'appelle loi de *Homestead*. L'une et l'autre se sont propagées ou sont à l'étude en d'autres contrées que leur pays d'origine ; l'adoption n'en serait nulle part plus utile que dans nos provinces d'Algérie.

I

Parlons d'abord de l'Act Torrens. Voici en quoi consiste cette loi (1).

Vous voulez placer votre propriété sous le régime Torrens ; vous en faites faire le bornage et dresser le plan ; vous envoyez ce plan, ainsi qu'une description et vos titres de propriété, au bureau de l'enregistrement. Des hommes de loi spéciaux les examinent, comme s'ils devaient acheter l'immeuble. Ils rédigent ensuite des annonces qu'ils font insérer dans les journaux ou qui sont communiquées aux propriétaires voisins, ainsi qu'à tous les ayants droit connus. Si des oppositions sont formées contre votre demande d'immatriculation, vous faites trancher le différend à vos frais par les tribunaux.

Aussitôt que vos droits sont devenus bien clairs, soit par suite d'une décision judiciaire, soit parce qu'ils n'ont pas été contestés dans le délai voulu (six mois par exemple), le bureau inscrit sur un registre à souche le titre de votre propriété avec plan à l'appui. Il énumère sur ce titre toutes les charges dont la propriété est grevée, telles que hypothèques, hypothèques légales, baux et servitudes. Il vous le remet ensuite, après l'avoir dé-

(1) Voir *la Politique expérimentale*. Bibliothèque des sciences contemporaines. Reinwald, éditeur, 1885.

taché de la souche, ainsi qu'un double ou une photographie du plan. Votre bien est placé sous le régime de l'Act Torrens.

A partir de ce moment, l'administration vous en garantit la propriété contre toute réclamation ultérieure. S'il s'en produit, elle soutient le procès, et, en cas de condamnation, elle dédommage elle-même en argent les parties lésées. En raison de cette garantie qu'elle procure, l'administration perçoit un droit d'assurance de 2 pour 1000 sur la valeur de la propriété. L'expérience a prouvé que ce droit était plus que suffisant; car, dans la Nouvelle-Galles du Sud, de 1861 à 1870, il n'y a pas eu une seule réclamation accueillie par les tribunaux.

Les avantages du système Torrens sont faciles à saisir. Il donne toute sécurité au propriétaire, certain désormais de n'avoir à soutenir aucun procès relativement à la possession, au bornage, aux servitudes de sa terre. Il rend la transmission des biens plus facile, puisque l'acquéreur n'a aucune crainte sur la validité des droits qu'il achète. Avec le régime Torrens, il n'existe pas d'hypothèques générales ou occultes; il n'y a que des hypothèques spéciales et publiques.

La loi dont je vous fais l'exposé a une portée plus grande encore. Il semble que notre Code civil ait eu pour objectif d'immobiliser la propriété foncière, tant il en a rendu compliquées et coûteuses l'aliénation et l'hypothèque. De tels arrangements sont en opposition avec le caractère moderne de la fortune; ils sont surtout gênants dans les pays de colonisation, dans les défrichements nouveaux, là où les chances de succès de l'émigrant se mesurent à la liberté dont il jouit.

Avec l'Act Torrens, le transfert de la terre est aussi aisé que celui des titres de rente nominatifs. Pour opérer cette transmission, vous n'avez qu'à endosser votre titre au nom du nouveau propriétaire et à faire enregistrer la mutation. Les parties donnent leur signature devant un officier public quelconque qui certifie leur identité; le titre est adressé par la poste au bureau d'enregistrement, où l'on examine s'il n'est pas frappé d'opposition. Si les choses sont en règle, il est renvoyé au nouveau propriétaire revêtu du timbre de transfert.

La division de la propriété s'opère avec la même facilité que la transmission intégrale : il suffit de remplacer le titre et le plan annexé par autant de titres et de plans qu'il existe de parties prenantes.

Quant à l'emprunt hypothécaire, il se constate par une simple inscription au dos du titre. Si cet emprunt n'est que temporaire, s'il s'agit, par exemple, pour un paysan, de se procurer de l'argent entre deux récoltes, il peut même s'opérer sans publicité, sans frais, et avec une sécurité complète pour le prêteur. Dépourvu de son titre, le propriétaire ne peut ni aliéner ni hypothéquer son bien ; il donne une garantie suffisante à son créancier en déposant cette pièce entre ses mains jusqu'à l'époque du remboursement.

Le système Torrens remplace l'enregistrement des contrats par l'enregistrement des titres de propriété. Ceux-ci acquièrent une sorte d'individualité. Un compte courant leur est ouvert par le bureau d'enregistrement; les emprunts, les baux et autres charges sont inscrits sur la souche ainsi que sur le certificat, et ces doubles inscriptions doivent toujours se correspondre. Il suffit d'un coup d'œil pour connaître la situation d'un bien quelconque, comme il suffit d'un regard jeté sur un bilan pour connaître la situation d'un banquier.

Les frais d'enregistrement sont très minimes, insignifiants même, à côté, de ceux qui grèvent la propriété en France. Dans l'Australie du Sud, les droits à payer pour placer une terre sous le régime Torrens varient entre un minimum de 2 fr. 50 et un maximum de 25 francs. Quant à la transmission, tout acte de transfert, d'hypothèque ou de location, ne coûte qu'un droit fixe de 12 fr. 50. En France, les frais d'achat s'élèvent à 10 0/0 de la valeur de la propriété, qui est ainsi absorbée en dix échanges par le fisc et les officiers ministériels.

L'Act Torrens n'est pas obligatoire en Australie. Chacun est libre de laisser ses biens sous le régime des anciennes lois. Mais les avantages du système ont été jugés tels, que la plupart des propriétaires l'ont spontanément adopté; d'ailleurs, tous les acquéreurs, tous les prêteurs sur hypothèques exigent, pour leur sécurité personnelle, avant d'acheter une terre, ou d'avancer de l'argent sur sa valeur, que le titre en soit enregistré.

Si le système Torrens est apprécié, comme je viens de le dire, dans son pays d'origine, combien plus grands encore seraient ses avantages pour notre colonie algérienne !

La propriété arabe se divise, vous le savez, Messieurs, en deux catégories distinctes : les terrains *melk*, c'est-à-dire la propriété privée ; les terrains *sebga* ou *arch*, c'est-à-dire la propriété collective. En territoire arch, les propriétaires ne sont qu'usufruitiers du sol et ne peuvent aliéner; en territoire melk, l'article 10 de la loi du 16 juin 1851 reconnaît l'inviolabilité de la propriété privée sans distinguer entre les possesseurs indigènes et les possesseurs européens.

Mais cette inviolabilité n'existe que si la possession est régulière, et c'est ici que la difficulté commence. C'est ici qu'il est dangereux pour l'émigrant d'acquérir et qu'il lui est difficile d'emprunter. On ne peut se figurer, en effet, quel degré de division atteint en Algérie la propriété melk : il ne saurait être comparé qu'à celui qui existe en Kabylie, où M. Camille Sabatier, député d'Oran, alors juge de paix à Fort-National, était invité par un indigène à constater légalement qu'une grosse branche de figuier regardant le nord était sa propriété personnelle.

On pourrait citer en Algérie un grand nombre de biens dont la contenance est à peine de quelques hectares et qui appartiennent à plus de cent

propriétaires, parmi lesquels des veuves ayant hérité d'une quote-part infime dans la succession de leur mari. Ces veuves se remarient et laissent, à leur mort, le quart de leur succession à leur second époux, qui transmet à son tour ses droits à des enfants de plusieurs lits. Aussi le nombre des propriétaires augmente-t-il si rapidement que la part de chacun d'eux n'est souvent représentée que par quelques centimètres carrés : on nous a signalé, dans le douar de Kalaa, une femme dont la quote-part était de deux centimètres seulement.

Si un Européen veut acheter dans de telles conditions, comment pourra-t-il réunir tous les co-propriétaires qui, d'après la loi française, doivent figurer à l'acte ? Parmi ceux qui n'auront pas dix centimes à toucher sur le prix de vente, combien y en aura-t-il qui consentiront à se déranger pour se présenter devant le notaire ? Et, s'il y a des mineurs, est-ce que la propriété pourra supporter les frais de licitation ? Certaines licitations, dans lesquelles étaient intéressés 100, 200, jusqu'à 441 ayants droit, ont coûté 5,000, 6,000, 12,000 francs, par suite des jugements de défaut profits-joints, des significations à toutes les parties, etc.

Si nous ajoutons à toutes ces actions le droit de *chefaa*, qui permet au co-propriétaire du vendeur de racheter la propriété familiale et d'en exclure tout étranger, nous comprendrons combien il est dangereux parfois pour nos colons d'acquérir la propriété d'un indigène.

L'identité de cet indigène est d'ailleurs aussi difficile à constater que les droits inhérents à son bien : presque tous les Arabes s'appellent Mohammed, Abd-el-Kader ou Ali. Si vous demandez l'état hypothécaire de Mohammed, le conservateur vous donnera l'état hypothécaire de tous les Mohammed de son arrondissement. Comment se reconnaître en un tel fouillis ?

Qu'on applique l'Act Torrens, que chaque parcelle de terre soit immatriculée, que les droits qui la grèvent soient inscrits à la souche, toutes ces difficultés inextricables s'effacent comme par enchantement. Peu vous importent les contrats qui ont pu intervenir ; vous n'avez pas à en rechercher l'existence, en remontant jusqu'à trente années en arrière ; vous n'avez pas davantage à en vérifier la validité ; vous n'avez devant vous qu'un titre régulier avec son numéro matricule ; c'est ce titre que vous achetez et dont la possession assure vos droits ; c'est sur ce titre que vous empruntez.

L'usure est la plaie du propriétaire algérien. Il n'emprunte guère à moins de 10 0/0, quelquefois à 20 et au-dessus. L'opinion s'émeut à bon droit de ces charges écrasantes qui pèsent sur la culture et sont une pierre d'achoppement pour la colonisation française ; elle juge sévèrement les prêteurs d'argent qui se livrent à ce honteux trafic, ruinant l'un après l'autre les colons européens, et concentrant avec rapidité dans leurs mains rapaces la propriété indigène. Chaque jour éclosent de nouveaux projets faisant appel à l'intervention et au crédit de l'État pour remédier au mal que l'on

déplore. Ce n'est pas un tel chemin qui peut mener au but : il est arrivé maintes fois que les institutions officielles de crédit ont déplacé l'usure sans la guérir.

L'institution salutaire n'est pas à découvrir, encore moins à inventer; c'est un fruit déjà mûr qu'il suffit de cueillir sur l'arbre qui l'a porté. L'Européen ou l'indigène qui veut contracter un emprunt n'a qu'à placer son domaine sous le régime Torrens. Tandis qu'aujourd'hui il est obligé de courir après le banquier ou le juif, tandis qu'en raison des circonstances que nous avons décrites, le prêt est souvent une spéculation, et une spéculation hasardeuse dont il faut payer les risques ; tandis que les fonds ne sauraient être obtenus que dans une zone étroite, autour du bien qui les doit garantir, le titre mobile, certifié conforme à la souche par le bureau d'enregistrement, ira puiser l'argent aux sources abondantes. Il trouvera toujours des caisses toutes prêtes à le recevoir; si elles se ferment à Oran, elles s'ouvriront à Alger, à Constantine, à Marseille, à Paris ou ailleurs. Débarrassé des formalités coûteuses de l'hypothèque, portant sa garantie dans un certificat authentique, l'emprunt ne sera plus en quelque sorte qu'un report sur titre coté. La loi de l'offre et de la demande, qui écrase aujourd'hui de toute sa rigueur l'emprunteur aux abois, lui sera généralement favorable; car il ne saurait exister pour les capitaux de placement plus commode et plus sûr. Pour organiser le crédit colonial, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une réglementation compliquée ou à de nouveaux établissements d'État; il suffit que les colons puissent profiter librement d'une institution bienfaisante, dont les avantages ne sont plus à démontrer.

On nous dira sans doute : mais nous avons la loi du 26 juillet 1873, qui confie à l'administration le soin de cadastrer les propriétés et d'en délivrer les titres. L'application partielle de cette loi a déjà coûté 8 à 10 millions ; elle est loin d'avoir produit les résultats attendus. Elle a rencontré de grands obstacles, souvent insurmontables, dans l'indivision dont nous avons parlé plus haut. Elle en a rencontré également dans l'absence d'état civil des indigènes; on est obligé de recourir à grand peine et avec beaucoup d'incertitude aux actes de notoriété des cadis. Le travail d'enquête laisse aussi beaucoup à désirer : la délimitation des propriétés a été tracée maintes fois par des géomètres sur de simples renseignements pris à la légère; on a cité en outre des indigènes auxquels plusieurs noms patronymiques ont été attribués, et dont les appellations changent ainsi quand on change de douar ou de tribu. Se figure-t-on chez nous un propriétaire inscrit aux hypothèques sous un nom différent pour chacune de ses propriétés! Tel est pourtant le cas en Algérie.

On prétend qu'un très grand nombre de dossiers d'enquête ont été ainsi reconnus défectueux et recommencés, de telle sorte que le travail a été

fait et payé deux fois. Et quel travail! quelles complications! Le procès-verbal du commissaire enquêteur est rédigé en sept expéditions avec une foule de documents annexés. Ce procès-verbal renferme souvent des milliers de pages in folio; est-il donc surprenant que les titres soient délivrés aux indigènes au moins deux ou trois ans, quelquefois sept ou huit ans, après que l'œuvre du commissaire-enquêteur est terminée, et alors que la propriété a presque complètement changé de mains?

La délivrance des titres, d'après la loi de 1873, est encore rendue inutile par les ventes verbales. Les frais de contrat seraient quelquefois supérieurs à la valeur de l'immeuble; aussi arrive-t-il souvent que l'Arabe achète sur parole, paie en présence de témoins, reçoit le titre primitif des mains du vendeur et entre en possession. Les titres se rapportent ainsi à des individus qui ont cessé d'être propriétaires.

Il existe deux différences essentielles entre la loi de 1873 et l'Act Torrens. D'une part, celui-ci est facultatif; d'autre part, il supprime tous les contrats et les remplace par l'enregistrement du titre et de ses modifications. L'administration n'a pas à se livrer à des opérations dispendieuses et souvent mal conduites; c'est l'intéressé, c'est l'emprunteur qui les fait à ses frais et qui est obligé de les faire bien, quand il a besoin d'y avoir recours : l'état civil de la propriété et du propriétaire se dressent en même temps, sans qu'il en coûte rien au trésor public. Enfin, chaque mutation, pour être valable, doit être inscrite sur la souche du certificat, de telle sorte qu'une concordance rigoureuse existe sans cesse entre le possesseur et la chose possédée.

Nous avons dit que la loi Torrens a subi le contrôle de l'expérience. Il eût été plus exact de dire qu'elle a pris naissance et s'est propagée par la méthode expérimentale. Promulguée pour la première fois, en 1858, dans l'Australie méridionale, elle s'est répandue par imitation spontanée, dans les autres colonies australiennes : dans Queensland, en 1861; dans Victoria et dans la Nouvelle-Galles en 1862; dans l'Australie occidentale en 1874. En dehors de l'Australie, la Tasmanie se l'est appropriée en 1863, la Nouvelle-Zélande en 1870, et, en 1870 également, une des provinces du Canada, la Colombie britannique; elle est en vigueur aux îles Fidji; je l'ai vue appliquée aux États-Unis dans l'État d'Iowa; elle a été introduite en 1885 en Tunisie, mais avec des complications regrettables.

Si l'Australie, les États-Unis, le Canada ne possédaient pas une constitution politique leur permettant de recourir aux essais que procure la législation séparée, si l'on considérait en ces pays l'uniformité de législation comme un dogme sacré, l'Act Torrens serait encore à naître. Il s'est trouvé, il y a un quart de siècle, à Adélaïde un *registrar general*, honoré pour son caractère et pour son mérite; il a conçu une pensée féconde(1); il a fait

(1) Sir Robert Torrens s'est inspiré de l'institution connue en Allemagne sous le nom de *Grundschuld*. (Voir *la Politique expérimentale* p. 106.)

partager son opinion à ses voisins; et la législature de la colonie a permis l'essai facultatif de son système.

Ce même homme aurait-il exercé la même influence sur l'ensemble des colons australiens? Inconnu du plus grand nombre, eût-il réussi à les convaincre? Aurait-il obtenu d'une législature unique, siégeant à Melbourne ou à Sidney, loin de sa résidence et de son action, que son idée fût appliquée d'emblée à tout le continent? Très probablement, non. La législation séparée a permis l'expérience: elle a rendu simple et claire la constatation des résultats; le reste est venu tout seul.

Un tel exemple est à méditer. Certains légistes s'opposent à l'introduction en Algérie de l'Act Torrens, sous prétexte qu'il faudrait l'appliquer également à la métropole et qu'il y présenterait des inconvénients réels. Pourquoi de semblables préoccupations? Pourquoi vouloir concilier étroitement la législation algérienne avec nos Codes? Si l'état où se trouve la propriété arabe, si les difficultés qui en résultent pour la colonisation créent à l'Algérie des circonstances particulières, pourquoi ne pas y faire l'essai d'un régime légal particulier? Pourquoi maintenir l'uniformité de loi, là où règne la diversité des conditions? Et si l'on redoute les effets d'une expérience trop vaste, pourquoi ne pas la tenter seulement dans l'une des trois provinces?

Nous voudrions plus encore. Une commission, instituée par le gouverneur général de l'Algérie, a préparé un projet de loi sur le régime de la propriété foncière. Ce projet compte déjà plus de deux années d'existence; il n'est pas arrivé au Parlement. Combien s'écoulera-t-il d'années encore avant qu'il ait été discuté, amendé, compliqué peut-être, par la Chambre et par le Sénat? Il serait si simple de reconnaître à l'Algérie le droit de légiférer en pareille matière, le gouvernement français se réservant le droit de veto, comme le fait le gouvernement anglais à l'égard de l'Australie. Il n'y aurait nul danger pour l'unité nationale et le bienfait serait grand pour la colonisation; la métropole conserverait le pouvoir d'empêcher et n'aurait pas le devoir d'agir. Et il faut agir promptement; les colons attendent avec impatience la loi Torrens; en leur laissant la liberté de l'adopter, on resserrerait plus étroitement au lieu de les affaiblir, les liens qui les rattachent à la mère patrie.

II

Nous venons, Messieurs, de voir naître en Australie une loi féconde, permettant d'acquérir et de transmettre la propriété immobilière, comme on acquiert et l'on transmet un titre de rente, et nous avons montré les avantages que retirerait de l'adoption d'une pareille loi une colonie en voie de formation, un pays de nouveaux défrichements, tel que notre terre al-

gérienne. Mais, s'il est bon d'acheter avec sécurité et de transmettre sans entraves, il est désirable aussi que le domaine acquis par le travail et par l'épargne, le foyer surtout, dont la possession est le prix et le couronnement d'une vie de labeur, soient soustraits à de brusques hasards, à des éventualités douloureuses venant détruire en un jour l'œuvre péniblement réalisée. Si nous traversons du sud-ouest au nord-est l'océan Pacifique, nous trouverons en vigueur, sur la terre américaine, une loi destinée à parer à ce danger.

On l'appelle la loi du *Homestead.*

Les nations modernes ont successivement adouci les rigueurs exercées contre le débiteur insolvable : c'est ainsi que ce dernier n'est plus contraint à payer de sa liberté, quand il ne peut payer de son argent. Les créanciers doivent se contenter des biens du failli; mais la loi leur permet de s'emparer de tout. En France, une seule réserve existe, bien faible, il est vrai : la couchette du débiteur et les vêtements qu'il porte ne peuvent être compris dans la saisie. Quant à la demeure, elle est vendue avec les meubles qu'elle renferme au profit des ayants droit. La famille est frappée tout entière dans son existence; les divers membres en sont jetés sur le pavé; jeunes et vieux se trouvent, par la déconfiture de leur chef, non seulement sans ressources, mais encore sans abri; le foyer est quelquefois ainsi détruit à jamais. Les choses se passent autrement en Amérique, où le législateur a su allier, dans une juste mesure, dont l'équité n'est contestée par personne, les droits des créanciers avec ceux de la famille.

On désigne sous le nom de homestead l'exemption légale, en vertu de laquelle tout citoyen qui a pourvu sa famille d'un abri, d'un foyer, d'un *home*, peut soustraire la maison qu'il occupe et le terrain sur lequel elle est bâtie à toute vente forcée, en exécution de jugements rendus contre lui. Il n'a, pour cela, qu'à faire une déclaration devant l'autorité compétente, par exemple, le *recorder* (1) du comté. Cette déclaration est officiellement insérée dans le journal des actes publics; elle est, en outre, habituellement reproduite dans des feuilles quotidiennes d'annonces que reçoivent les banquiers et les gens d'affaires.

La déclaration du chef de famille n'a aucun effet rétroactif; elle ne peut servir à frauder les créanciers, à les priver d'un gage qui leur aurait été expressément ou tacitement promis. C'est ainsi que le domicile peut être vendu, si des jugements antérieurs à l'enregistrement de la déclaration ont fait encourir au propriétaire des responsabilités pécuniaires, si le vendeur du terrain ou de la maison, les entrepreneurs et les ouvriers qui ont travaillé, n'ont point été payés.

Le homestead ne constitue jamais un droit illimité. Un riche propriétaire

(1) Fonctionnaire chargé d'enregistrer les actes, tels que ventes, hypothèques, jugements, mariages, naissances, décès.

ne pourrait, à la faveur du privilège qu'il confère, posséder de vastes immeubles et y vivre dans l'opulence en narguant ses créanciers. Le législateur a voulu protéger le foyer domestique, et non créer de scandaleux abus. Il a donc déterminé la valeur maximum du domaine pour lequel l'exemption légale peut être invoquée.

Les lois de homestead sont des lois locales; elles varient d'un État à l'autre. On remarque entre elles des différences assez notables : d'une part, relativement aux maxima dont nous venons de parler; d'autre part, en ce qui concerne les droits de la femme et des enfants. Le homestead une fois créé, le mari ne peut ordinairement ni l'aliéner ni l'hypothéquer sans le consentement de sa femme.

Après la mort du père, il continue, le plus souvent, à protéger la veuve et même les enfants au-dessous de vingt et un ans, pourvu qu'ils ne cessent pas de résider au foyer paternel.

J'ai constaté moi-même *de visu* les heureuses conséquences du homestead. Le nombre des chefs de famille propriétaires est très grand aux États-Unis. L'attrait qui pousse les ouvriers et les artisans laborieux à posséder la maison qu'ils habitent, s'y augmente de la sécurité dont cette possession jouit. Cette sécurité est pour le chef de famille l'analogue de celle que l'Act Torrens procure à l'acheteur.

Un homme est doué des qualités qui donnent le succès : il possède le courage qui pousse à entreprendre, la persévérance qui fait produire, la prévoyance qui permet de conserver. Arrivé au terme de sa vie de travail, il peut se reposer avec les siens sous l'abri qu'il a construit; mais il a souscrit un engagement malheureux, il est atteint par une faillite inopinée. Tout serait à recommencer, lorsqu'il n'en a plus ni le temps ni la force, si la loi de homestead ne le protégeait pas contre l'irréparable malheur.

Voici un autre ménage : une chance inattendue, un héritage, que sais-je? vient lui apporter plus d'aisance. Le mari dissipera peut-être ce bien qu'il n'a pas gagné; il cède à une bonne pensée ou aux sollicitations de sa femme; il verse à une *Building society* la somme qu'il a touchée; il devient aussitôt propriétaire d'une habitation dont la possession est garantie contre lui-même et contre les autres.

On le voit, la loi du homestead n'est pas une loi d'exception pour le riche; elle n'est pas destinée à couvrir de son aile les splendeurs de la fortune, mais seulement les justes nécessités de l'existence. Si elle rend la demeure insaisissable comme l'étaient les majorats des grands, sous l'ancien régime, tout au plus, peut-on dire qu'elle institue à certains égards, le majorat des petits. Si elle soustrait aux créanciers le foyer domestique comme notre loi leur soustrait les vêtements du débiteur, c'est qu'elle considère ce foyer comme un vêtement nécessaire, comme le vêtement de pierre de la famille.

De même que la loi Torrens, le homestead peut être cité comme un des meilleurs exemples d'expérimentation politique. Les imitations se sont faites successivement d'État à État; elles ont donné partout des résultats si satisfaisants que l'exemption légale du domicile peut être considérée comme une des plus solides institutions américaines. Ce n'est pas tout: la portée de ces essais a été plus grande encore; elle a été telle qu'on aurait eu quelque peine à la prévoir en France. Grace à leur organisation politique, les États-Unis arrivent, en cette matière, à l'unité sans uniformité, sans une uniformité qui n'était ni nécessaire ni même désirable.

Trente-deux États au moins ont fait, à l'envi, l'expérience du homestead; seize d'entre eux en ont inscrit le principe dans leur constitution. Mais les lois diffèrent par les détails. Tous les États ne se ressemblent pas: dans les uns, c'est l'agriculture, dans les autres, c'est l'industrie qui domine. Tantôt l'on doit se préoccuper des villes et tantôt des campagnes; les terres et les immeubles ne possèdent pas partout la même valeur vénale. Les législations séparées permettent de mettre à la fois plusieurs systèmes à l'épreuve (1).

Les Anglais et les Belges se préoccupent en ce moment d'introduire le homestead chez eux. Serons-nous les derniers à entrer dans la carrière? En aucun pays l'application n'en serait plus profitable qu'en Algérie. Lorsque la poursuite de la fortune est ardente et la spéculation active, il importe que le domaine familial puisse être mis à l'abri des fluctuations et des défaillances.

Mais faudra-t-il attendre que le Parlement dote l'Algérie du homestead? Nous renouvelons en terminant le vœu que nous avons émis plus haut. Que les provinces algériennes aient le droit de modifier le régime de la propriété foncière; elles s'approprieraient en même temps le homestead et l'Act Torrens comme deux institutions qui se complètent l'une par l'autre. Celle-ci facilitera l'affluence des capitaux, celle-là la conservation de l'épargne; l'une rendra la colonisation plus active et l'autre plus stable.

(1) Voir, pour plus de détails, *Lois et mœurs républicaines*, Delagrave, éditeur.

M. E. CACHEUX

Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris.

MOYENS PRATIQUES DE REMÉDIER AUX EFFETS DES CRISES ÉCONOMIQUES

— *Séance du 3 avril 1888* —

L'intensité de la crise industrielle que nous traversons prouve que les classes dirigeantes ne font pas en France tout ce qu'elles pourraient tenter pour la terminer, si nous en jugeons par ce qui a été fait à l'étranger. Voici, en effet, comment agirent en Bohême quelques hommes dévoués qui se constituèrent en Société pour parer aux effets des événement de 1848 et rendre tolérable la situation des classes laborieuses de l'Erzgebirge et du Riesengebirge. Après avoir créé des écoles professionnelles partout où le besoin s'en faisait sentir, la Société rémunéra des professeurs ambulants d'industrie qui eurent pour mission d'organiser le travail à domicile et d'améliorer les produits manufacturés partout où ils étaient inférieurs à ceux des étrangers. Pour propager l'instruction pratique, la Société indemnisa des industriels expérimentés qui consentirent à se déplacer pour répandre de bonnes méthodes de fabrication. La production fut encouragée par le don de primes et par des avances d'argent faites aux industriels de capacité notoire qui étendaient leur fabrication ou qui créaient de nouvelles branches d'industrie susceptibles de fournir du travail aux nombreux montagnards inoccupés de l'Erzgebirge et du Riesengebirge.

Beaucoup de petits fabricants furent soutenus lorsqu'il fut reconnu que leur gêne ne dépendait pas d'une cause constante de ruine, ou que la transformation économique de leur matériel pouvait leur permettre de subsister par eux-mêmes.

Dans le but de favoriser l'écoulement des produits manufacturés, la Société organisa des expositions publiques, spécialement consacrées aux objets fabriqués par les montagnards.

La Société s'occupa également d'améliorer la situation matérielle des ouvriers et elle obtint de beaux résultats.

Beaucoup d'autres efforts ont été tentés pour venir en aide aux classes laborieuses. Je ne citerai que ceux qui ont été faits par le gouvernement russe, pour démontrer que certains États n'hésitent pas à s'occuper d'affaires quand il s'agit du bonheur de leurs sujets. Pendant longtemps la Russie tira d'Allemagne les objets nécessaires au fonctionnement des écoles

primaires; comme ce mobilier était fourni à des prix excessifs, le gouvernement créa des usines où il fit fabriquer en régie tout ce dont il avait besoin jusqu'au moment où des Russes prirent son lieu et place.

Pendant que l'Alsace était encore française, la Société industrielle de Mulhouse créa un grand nombre de sources de travail, et les Alsaciens qui se sont fixés soit à Rouen soit au Havre ont reconstitué les institutions qui ont rendu si célèbre la ville de Mulhouse.

A Paris, nous avons un grand nombre de Sociétés de prévoyance et de bienfaisance, mais je n'en connais pas qui cherchent à créer des sources de travail en rémunérant convenablement des hommes spéciaux, susceptibles de fonder des industries nouvelles ou d'étendre des branches de fabrication, c'est pourquoi j'ai essayé de provoquer la formation d'un groupe d'hommes dévoués, disposés à suivre l'exemple donné par les Mulhousiens. A cet effet, j'ai réuni dans un volume intitulé *l'Economiste pratique*, tous les documents qui m'ont paru d'une utilité notoire, pour tous ceux qui veulent créer une institution de prévoyance, ou venir en aide aux malheureux qui, pour une cause ou pour une autre, tombent à la charge de la société.

J'ai joint à un texte de 840 pages un atlas de 72 planches qui donne les plans d'exécution de crèches, d'écoles maternelles, — d'habitations économiques pour ouvriers et employés, — de réchauffoirs, de cuisines économiques, de bains et lavoirs, de cercles populaires, d'établissements de bienfaisance, en un mot de toutes les constructions qui peuvent servir au fonctionnement d'institutions de prévoyance ou de bienfaisance.

Tout en publiant l'ouvrage intitulé *l'Economiste pratique*, je n'ai pas négligé la réalisation de mon plan qui consiste à rendre le locataire propriétaire, soit d'une maison, soit d'une somme d'argent, par le paiement régulier de son loyer pendant vingt ans. J'ai loti près de cent mille mètres de terrain suivant le système des *building societies* anglaises, et j'ai vendu une centaine de maisons par annuités. Plusieurs Sociétés sont aujourd'hui fondées à Paris et elles feront sur une grande échelle ce que j'ai fait en petit; par suite, je suis tout disposé à chercher la solution d'une autre question sociale d'une utilité aussi indiscutable que celle du logement des ouvriers.

Celle qui me paraît la plus urgente est, à mon avis, la création d'un Musée industriel analogue au South Kensington Muséum ou à ceux qui fonctionnent avec tant de succès en Allemagne. Plusieurs de nos collègues ont décrit ces admirables institutions qui permettent à l'ouvrier ou au petit patron de se procurer à peu de frais les dessins des modèles dont il a besoin pour créer des nouveautés dans toutes les branches de l'industrie.

Pour mettre mon projet à exécution, j'ai accepté la mission d'organiser un Congrès de sauvetage à l'occasion de l'Exposition d'hygiène qui aura

lieu cette année au palais de l'Industrie. Le Comité recevra avec reconnaissance tous les plans, brochures et ouvrages concernant l'hygiène et le sauvetage, qu'on voudra bien lui envoyer; il les exposera, non seulement en 1888, mais encore en 1889 et il fera tous ses efforts pour les exposer d'une façon permanente après l'Exposition de 1889.

Le comité qui a bien voulu joindre ses efforts aux miens pour essayer de doter Paris d'un Musée industriel, étant présidé par M. Turquet, député, ancien sous-secrétaire d'Etat, j'espère que nous arriverons aisément à un résultat important, surtout si les membres de l'Association française pour l'avancement des sciences veulent bien nous aider dans l'accomplissement de notre tâche.

TABLE ANALYTIQUE

Dans cette table les nombres qui sont placés après l'astérisque * se rapportent aux pages de la 2ᵉ partie.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

TABLES

ERRATA

I. — ERRATUM *se rapportant au mémoire de M. le Général Parmentier publié dans le volume du Congrès de Nancy, 1886, p. 841.*

Pages	*au lieu de :*	*lisez :*
841. Note au bas de la page, 8me ligne. .	latin du Frioul. . . .	ladin du Frioul.
842. Dernière ligne avant le § 2	voy. § 4.	voy. § 3.
873. Au mot HAVN	cp. *hamm*	cp. *hamn*.
878. Devant le mot JERNVÄG, ajoutez JERNVEJ, c. *d*		
885. 6me ligne en remontant à partir du mot LANDA.	Vertmanland.	Vestmanland.
900. Au mot STRŒDE, 2me ligne	*rue Noble*.	*rue principal*.
910. Après le mot ÆLM	ANDA	ÅNDA.
910. 4me ligne en remontant	OFRE	ÖFRE.
911. 2me ligne.	OL	ÖL.

II. — *Dans ce volume :*

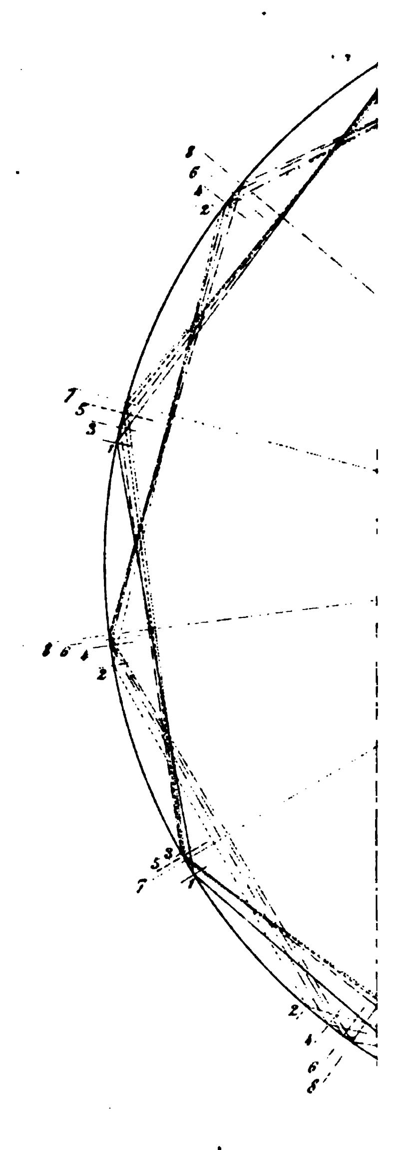
Page 284, Mémoire de M. Jullien, les transpositions suivantes doivent être faites :

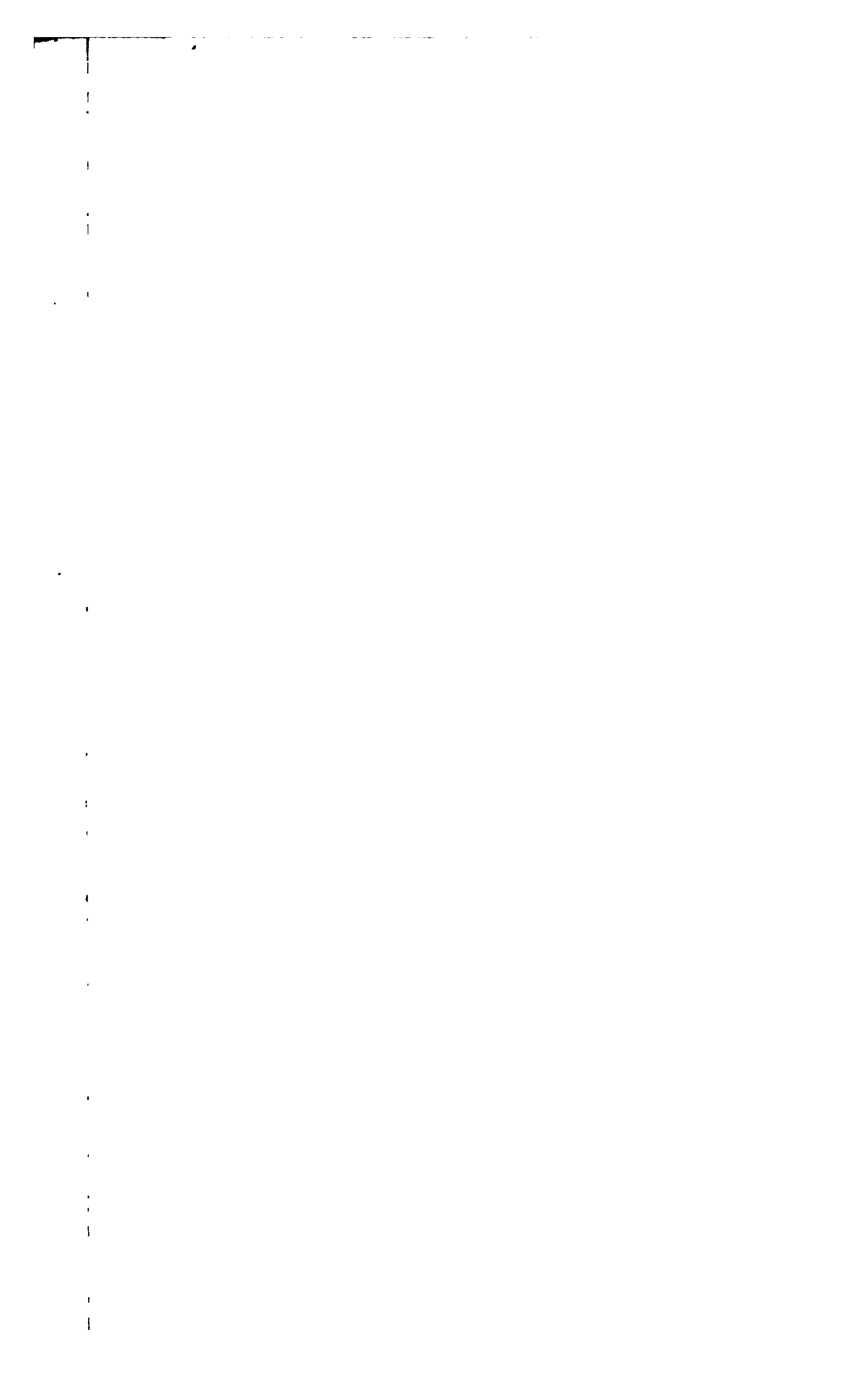
1° Le tableau p. 284, ligne 1, doit être transposé p. 285, à la fin de la page, à la suite de : « ce sont avec les autres les espèces les plus communes : »

2° Le paragraphe « Le désir de ne pas sortir des généralités..... » page 284, ligne 38, doit être transposé page 285, formant la fin du travail.

Pages	*au lieu de :*	*lisez :*
340. Ligne 32	Querquedula recca . .	Querquedula crecca.
340. Ligne 35	shells nature	Shells Nature.
340. Ligne 39.	Gineston.	Ginestou.
342. Ligne 21.	Plumytella repens . .	Plumatella repens.
342. Ligne 42.	Philodina	Philodinadœ.
343. Ligne 12.	*Trinema enchelys pacex*	*Trinema enchelys* par ex :

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 13492-6-8.


8
6
4
2
7
5
3
1
8 6 4
2
3
5
7
1
2
4
6
8



ERRATA

I. — ERRATUM *se rapportant au mémoire de M. le Général Parmentier publié dans le volume du Congrès de Nancy, 1886, p. 841.*

Pages	*au lieu de :*	*lisez :*
841. Note au bas de la page, 8me ligne. .	latin du Frioul. . . .	ladin du Frioul.
842. Dernière ligne avant le § 2	voy. § 4.	voy. § 3.
873. Au mot HAVN	cp. *hamm*	cp. *hamn*.
878. Devant le mot JERNVÄG, ajoutez JERNVEJ, c. *d*		
885. 6me ligne en remontant à partir du mot LANDA.	Vertmanland.	Vestmanland.
900. Au mot STRŒDE, 2me ligne	*rue Noble*.	*rue principale*.
910. Après le mot ÆLM	ANDA	ÅNDA.
910. 4me ligne en remontant.	OFRE	ÖFRE.
911. 2me ligne.	OL	ÖL.

II. — *Dans ce volume :*

Page 284, Mémoire de M. Jullien, les transpositions suivantes doivent être faites :

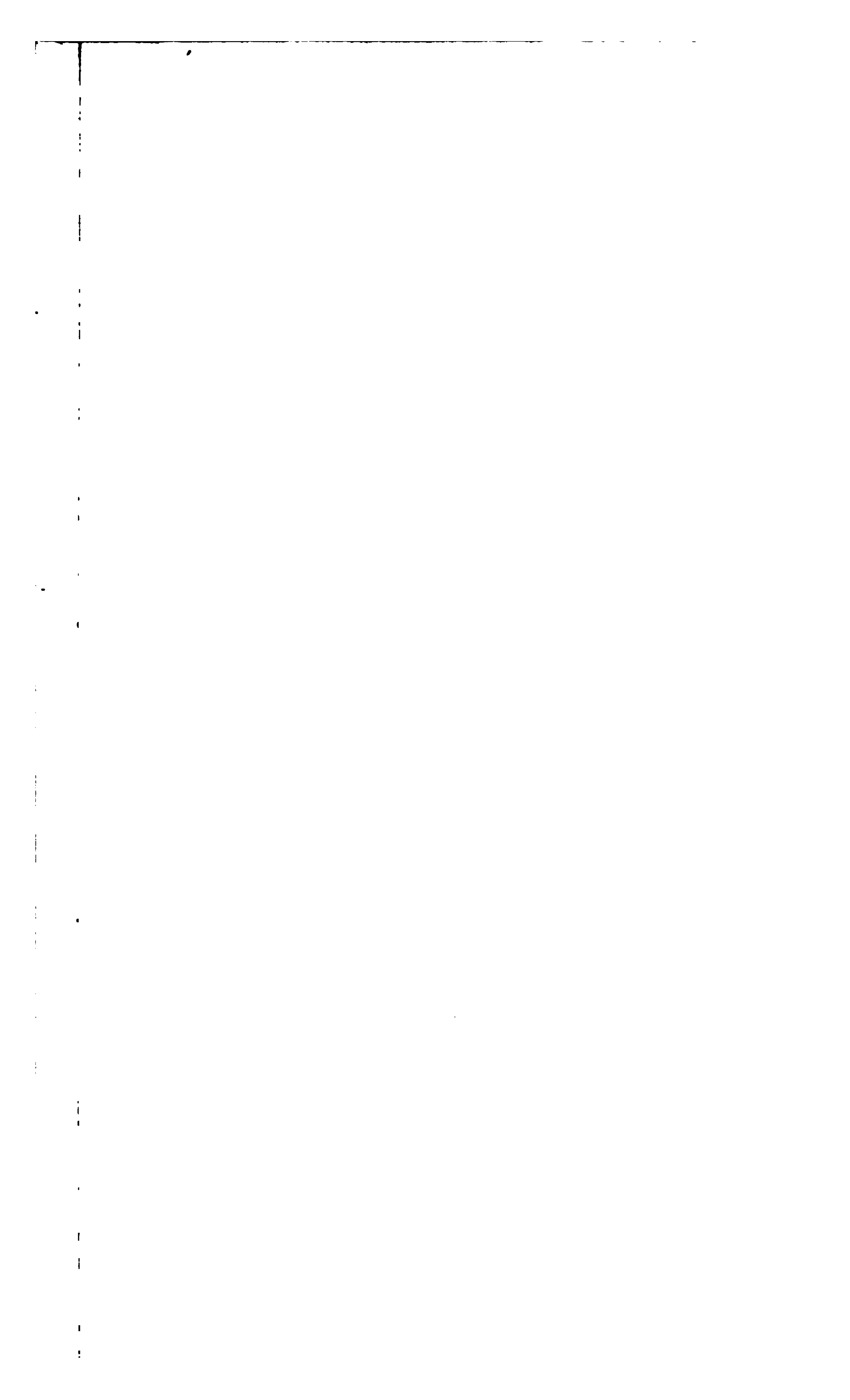
1° Le tableau p. 284, ligne 1, doit être transposé p. 285, à la fin de la page, à la suite de : « ce sont avec les autres les espèces les plus communes : »

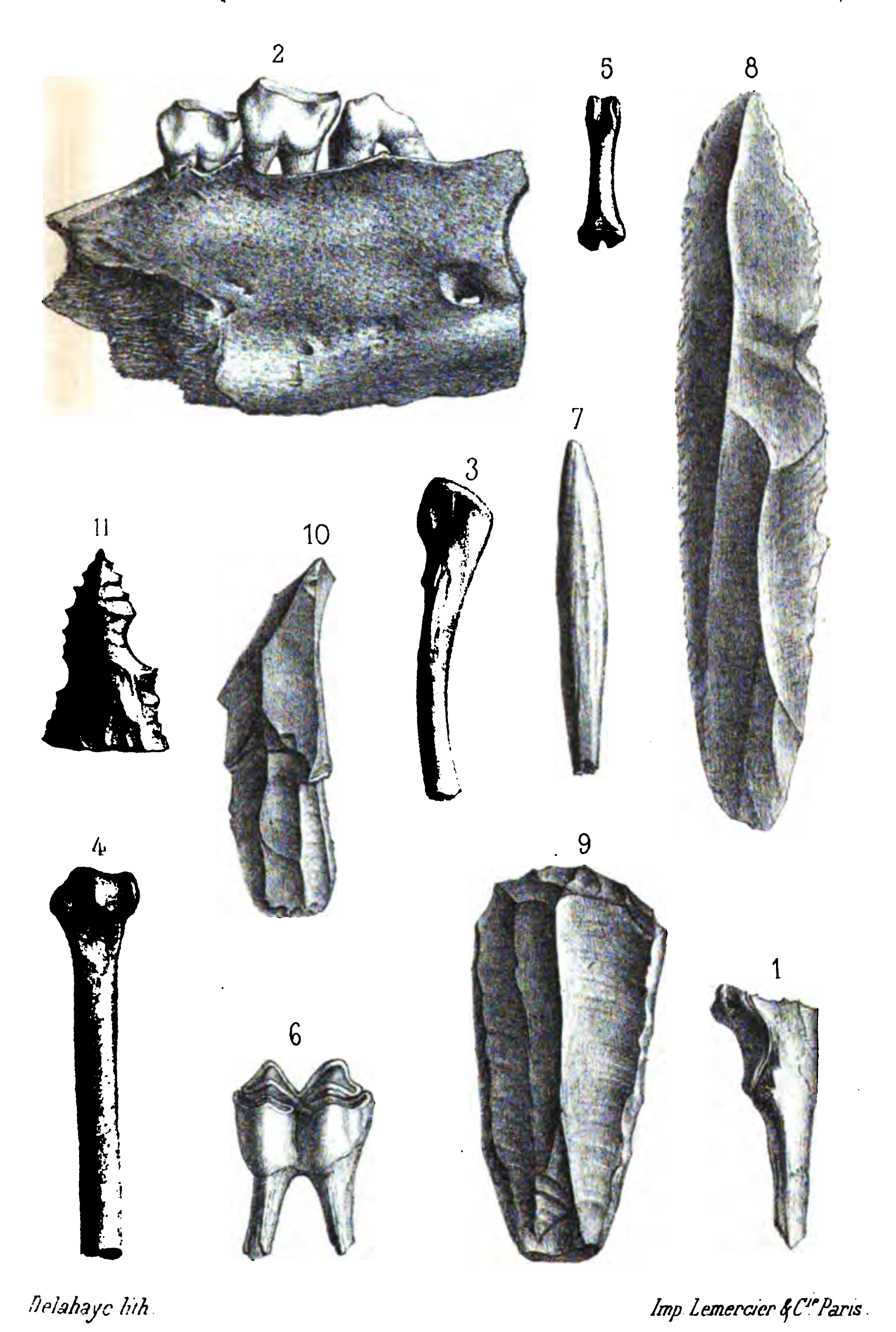
2° Le paragraphe « Le désir de ne pas sortir des généralités..... » page 284, ligne 38, doit être transposé page 285, formant la fin du travail.

Pages	*au lieu de :*	*lisez :*
340. Ligne 32	Querquedula recca . .	Querquedula crecca.
340. Ligne 35	shells nature	Shells Nature.
340. Ligne 39.	Gineston.	Ginestou.
342. Ligne 21.	Plumytella repens . .	Plumatella repens.
342. Ligne 42.	Philodina	Philodinadœ.
343. Ligne 12.	*Trinema enchelys pacex*	*Trinema enchelys* par ex :

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 13492-6-8.

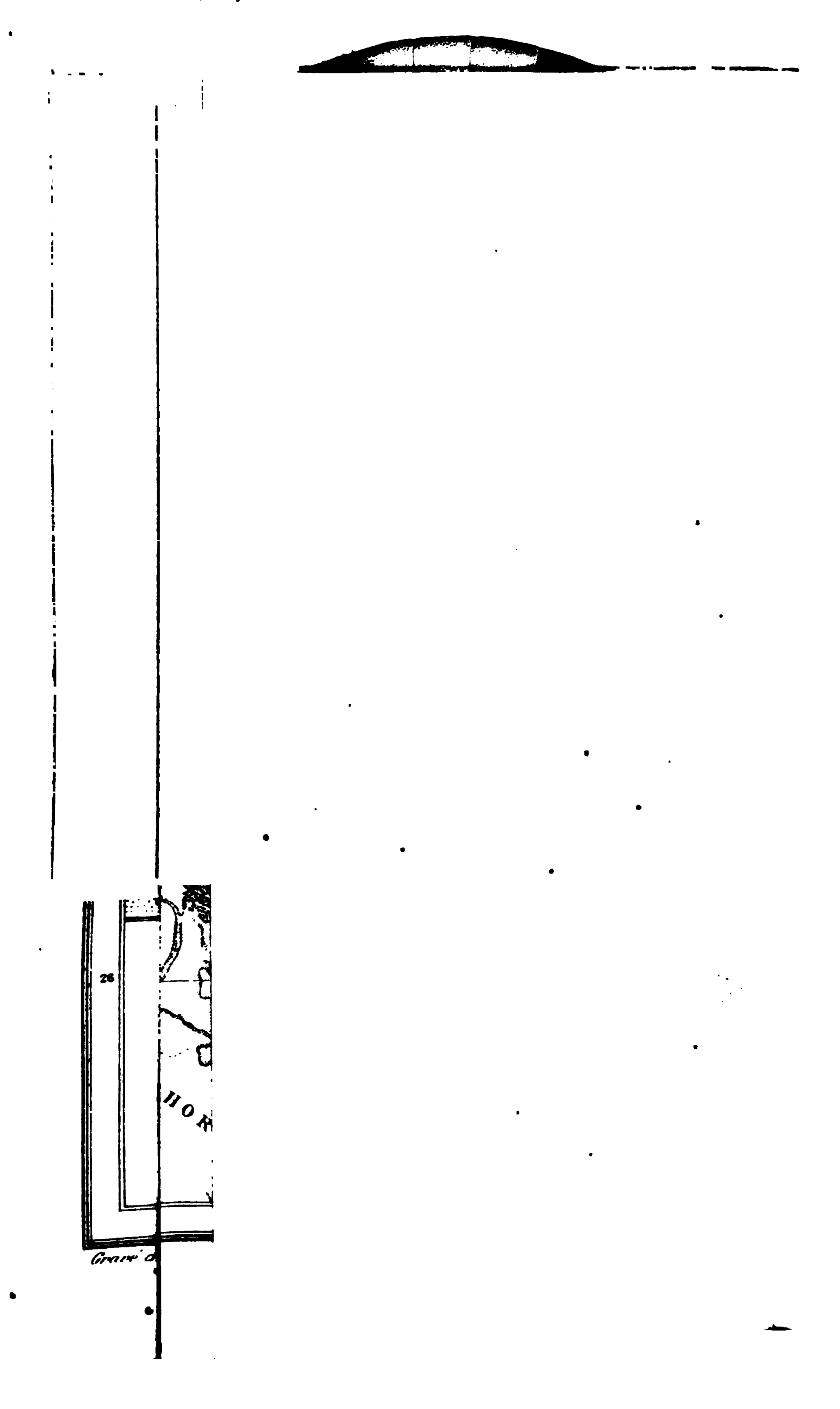
Association Française .

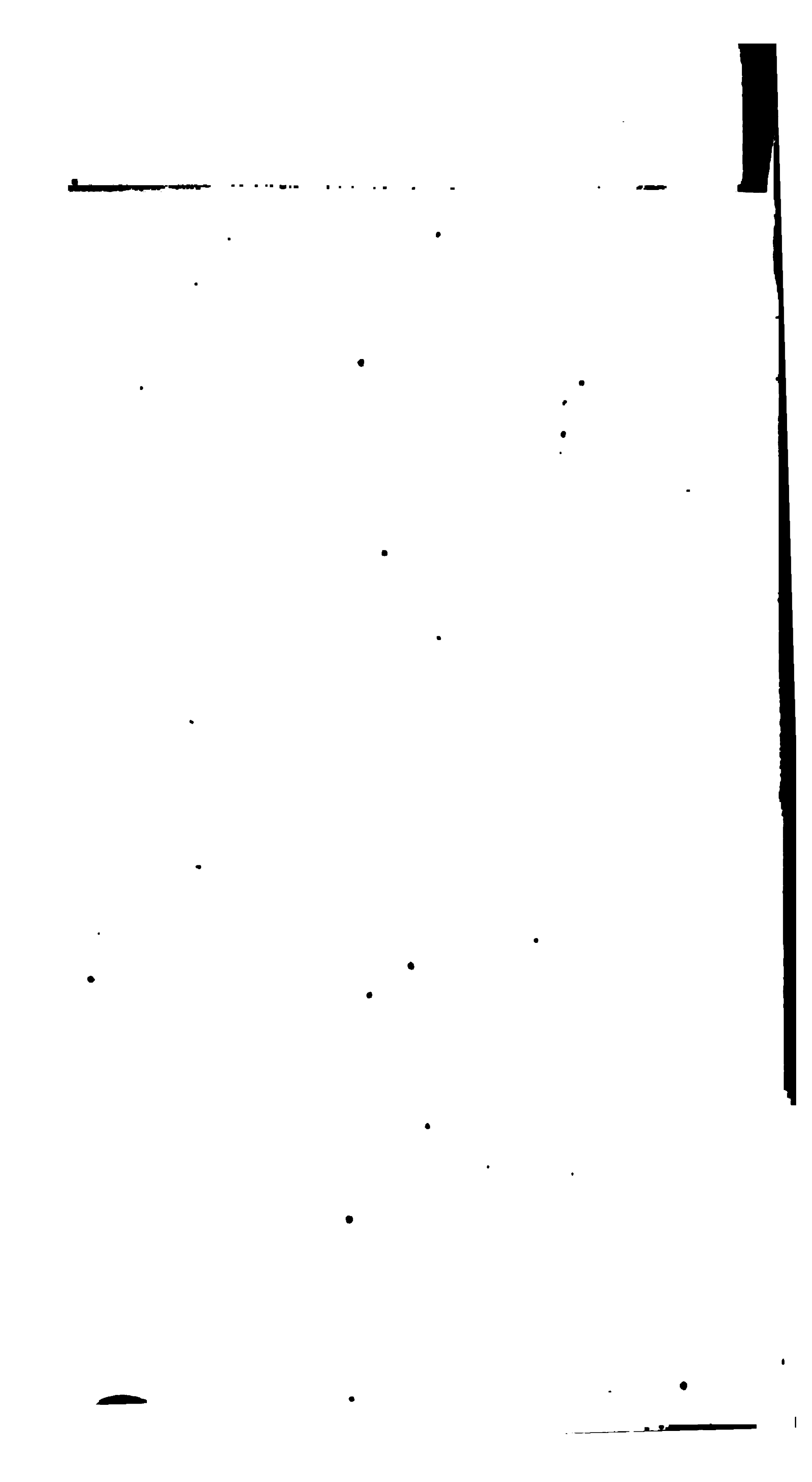


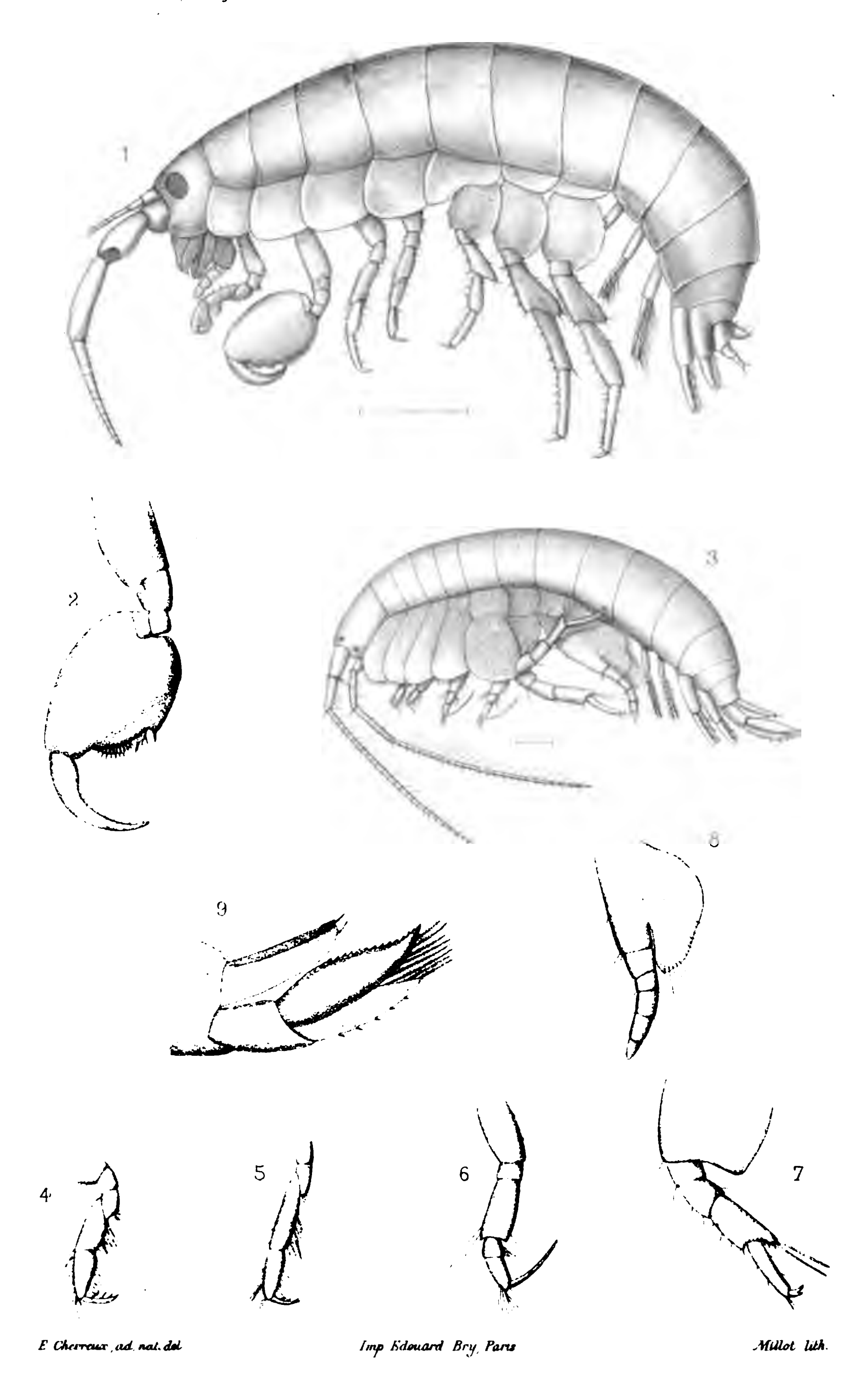


Delahaye lith. Imp. Lemercier & C.ie Paris.

ÉMILE RIVIÈRE — STATION-ABRI PAGEYRAL.

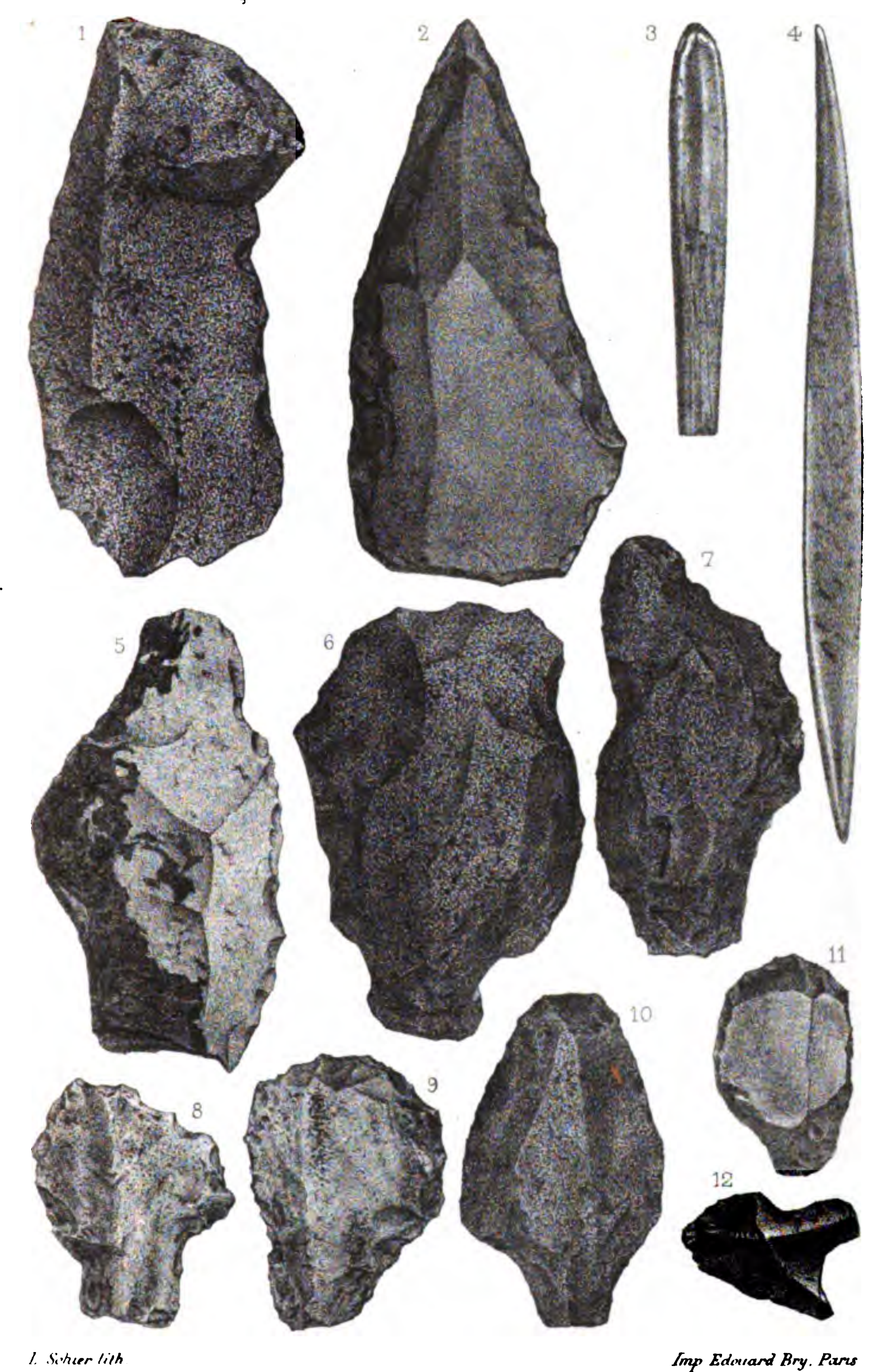

26
HOR





E. Chevreux, ad. nat. del. — Imp. Edouard Bry, Paris — Millot lith.

CHEVREUX.__ORCHESTIA INCISIMANA, NOV. SP._AMPELISCA SERRATICANDATA, NOV. SP.



L. Schier lith. Imp. Edouard Bry, Paris

G. CARRIÈRE _ STATIONS PRÉHISTORIQUES DU DÉPARTEMENT D'ORAN.

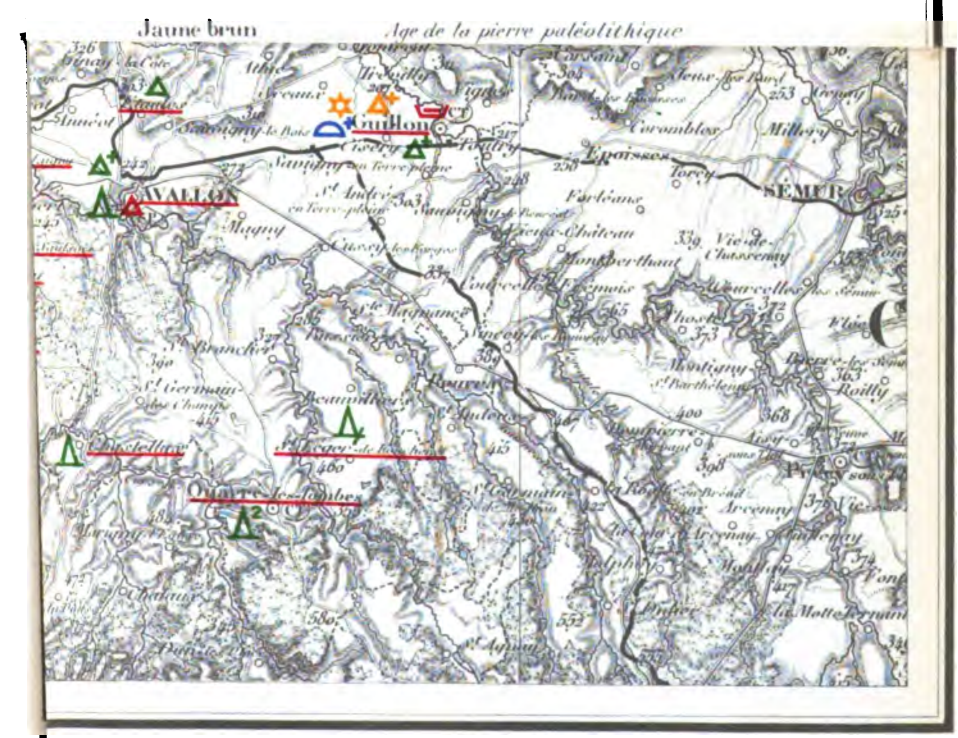
LÉGENDE.

verne, grotte, souterrain, abri naturels
usieurs grottes ou abris naturels
id   id   faux
otte, souterrain creusés de main d'homme
otte naturelle sépulcrale
otte naturelle fouillée ayant revélé
ne sépulture à inhumation
enhir véritable ou pierre dressée
erre à écuelles ou à bassins
ux menhir
enhir dégradé
enhir détruit
ux menhir détruit
lmen, allée couverte
olmen détruit
ux dolmen
umulus
lusieurs tumulus
ux tumulus

Plusieurs faux tumulus
Tumulus détruit
Tumulus fouillé et détruit
Sépulture
Fausse sépulture
Plusieurs sépultures
Très grand nombre de sépultures
Sépulture par inhumation
Plusieurs sépultures à inhumation
Cimetière par inhumation
Camp enceinte, oppidum
Faux oppidum
Découverte d'objet isolé
Plusieurs objets isolés
Cinq découvertes d'objets isolés
Découverte d'objets réunis
Atelier, fonderie
Station
Polissoir

COULEURS.

Jaune brun   *Age de la pierre paléolithique*



Paris, Lith. Lemercier et Cie

ONNE.

1 2 3 4

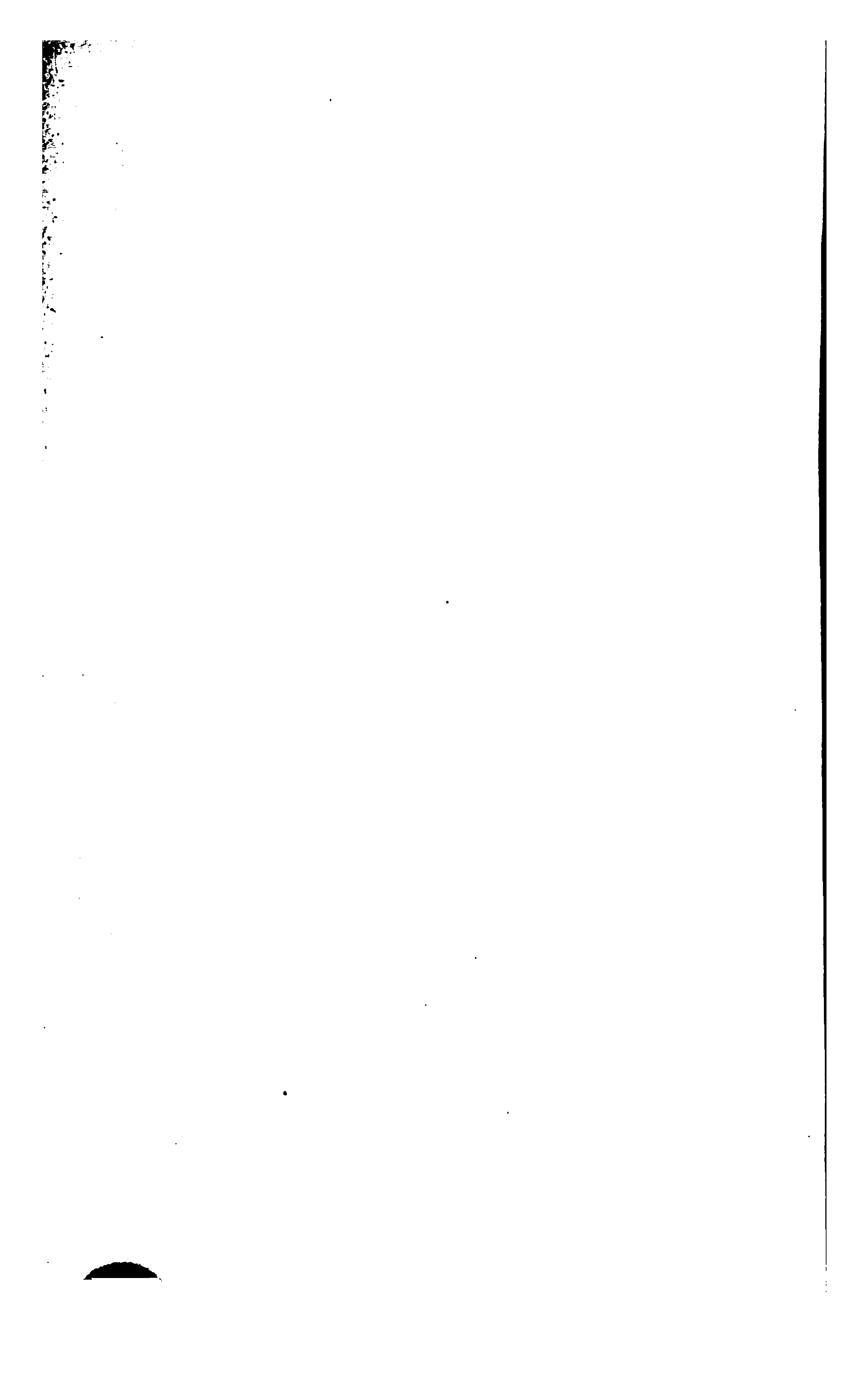
5 6 7 8 9



10 11 12

E. Morieu Sc. Paris, Lith. Lemercier et Cie

BOSTEAUX — ATELIER NÉOLITHIQUE DU MONT DE BERRU.



MER MÉDITERRANÉE

PORT D'ORAN

Golfe d'Oran

Fort Lamoune

Fort St. Grégoire

Fort Ste Cruz

Batterie du Ravin Blanc

Hippodrome

Gambetta

Village Baccolin

Gare de la Marine

Fort Ste Thérèse

Jardin Welsford

Ancienne Lunette St Louis

Château-Neuf

1er Arrondt

2ème Arrt

3ème Arrondt

4ème Arrondt

Casbah

Ancienne Lunette de la Campana

Miramar

Arbes-Ville

Village St Eugène

Village Pouyet

Fort St André

Fort St Philippe

Village Delmonte

Village Terrade

Village Teurfel

Ecmühl-Noiseux

Champ de Manœuvres

Village Lamur

Échelle en Mètres.

0 500 1000

Gravé par E. Morieu

Lith. Lemercier et Cie

Dr MONGUILLEM —— ÉPIDÉMIE DE ROUGEOLE À ORAN.



